



**Maria Elisa da Costa
Sousa**

**Estudo e desenvolvimento de ações de melhoria
numa indústria cerâmica**



**Maria Elisa da Costa
Sousa**

**Estudo e desenvolvimento de ações de melhoria
numa indústria cerâmica**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira

Professor Associado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Vera Lúcia Miguéis Oliveira e Silva

Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Professora Ana Raquel Xambre pelo acompanhamento e apoio prestado no desenvolvimento do projeto.

À empresa Grestel - Produtos Cerâmicos pela oportunidade de realização do estágio, em particular à Dr^a Marisa Costa por toda a dedicação e apoio constante, e a todos os colaboradores que me acompanharam e apoiaram ao longo do estágio.

Agradeço a toda a minha família pelo apoio que me deram ao longo destes anos, aos amigos que me acompanham e à Prof. Andreia Vitória, pelo apoio, atenção e palavras de encorajamento.

A todos, obrigada!

palavras-chave

Lean, produtividade, valor, desperdício, SMED

resumo

O projeto descrito no presente relatório visou comparar a produtividade das unidades fabris dois e três da empresa Grestel – Produtos Cerâmicos S.A., através da identificação das atividades de valor acrescentado e dos desperdícios, com recurso a ferramentas Lean.

Inicialmente aprofundaram-se os conceitos teóricos necessários ao adequado desenvolvimento do projeto proposto. Seguidamente foi estudado todo o processo produtivo da organização por forma a caracterizar as duas unidades fabris. Os dados necessários foram então recolhidos por forma a sustentar as propostas de melhoria apresentadas. Ao longo do projeto foram aplicadas um conjunto alargado de ferramentas Lean, nomeadamente o mapeamento do fluxo de valor, 7 desperdícios do Lean e ferramentas SMED.

As melhorias sugeridas não foram totalmente executadas tendo sido, porém, possível analisar e perceber o potencial impacto da sua implementação ao nível de desempenho do sistema.

keywords

Lean, productivity, value, waste, SMED

abstract

The project described in this report aimed at comparing the productivity of plants two and three of the company Grestel – Produtos Cerâmicos S.A., by identifying added value activities and waste, through the use of lean tools. Initially the theoretical concepts necessary for the development of the project were deepened. Afterwards all of the production process was analyzed in order to characterize the two production plants. The required data was then gathered so as to support the proposed improvement measures. Throughout the project several lean tools were used, namely value stream mapping, 7 lean wastes and SMED tools. The improvements that were suggested could not be completely set in practice, however it was possible to analyze and understand their potential impact in the performance of the system.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização do trabalho	1
1.2. Relevância do desafio	1
1.3. Estrutura do documento	1
2. CONCEITOS TEÓRICOS	3
2.1. Toyota Production System (TPS).....	3
2.2. Lean Thinking	3
2.3. Lean Manufacturing.....	4
2.5. Ferramentas Lean.....	6
2.5.1. Value Stream Mapping (VSM)	6
2.5.2. Gestão Visual.....	7
2.5.1. Kaizen	7
2.5.2. Diagrama de Ishikawa	8
2.5.3. Single Minute Exchange of Dies (SMED)	8
2.6. Diagrama de Spaghetti	10
2.7. Just-in-Time	10
2.8. Sistema Pull e Push.....	10
3. A EMPRESA.....	13
3.1. Apresentação da Empresa Grestel – Produtos Cerâmicos, S.A.....	13
3.2. Informações Relevantes	13
3.3. Matéria-prima	16
3.4. Processo produtivo geral.....	17
3.5. Metodologia	20
4. CASO DE ESTUDO.....	23
4.1. Estado atual da organização	23
4.1.1. Fluxograma de Produção.....	24
4.1.2. Mapeamento do fluxo de valor.....	27
4.1.3. Recolha de dados por secção	28
4.1.4. 7 Desperdícios do lean por secção	33
4.2. Metodologia SMED aplicada à troca de moldes nas prensas	37
4.2.1. Contextualização da situação	38
4.2.2. Fluxograma da troca de moldes na prensa	39
4.3. Problema nas Asas	47
4.3.1. Processo produtivo das asas	47
4.3.2. Ação de melhoria implementada.....	50
4.3.3. Resultados	50

5.	CONCLUSÃO	53
5.1.	Reflexões do trabalho realizado.....	53
5.2.	Sugestões para o futuro.....	53
6.	Bibliografia	55

Anexo A- Símbolos da ferramenta do mapeamento do fluxo de valor

Anexo B - Valores de produção unidade fabril 3 – Conformação

Anexo C - Valores de produção unidade fabril 3 – Acabamento

Anexo D - Valores de produção unidade fabril 3 – Vidragem

Anexo E - Valores de produção unidade fabril 3 – Escolha

Anexo F - Valores de produção unidade fabril 2 – Conformação

Anexo G - Valores de produção unidade fabril 2 – Acabamento

Anexo H - Valores de produção unidade fabril 2 –Vidragem

Anexo I - Valores de produção unidade fabril 2 –Escolha

Anexo J – Tempos de Setup

Figura 1: Casa da Toyota Production System.....	3
Figura 2: Teoria do Iceberg aplicada a potenciais problemas de uma organização	7
Figura 3: Diagrama de Ishikawa.....	8
Figura 4: Fluxo de material e informação num sistema pull	10
Figura 5: Fluxo de material e informação num sistema push	11
Figura 6: Organograma da empresa Grestel S.A	14
Figura 7: Leque de produtos.....	15
Figura 8: Percentagem de distribuição dos produtos	16
Figura 9: Processo produtivo-geral.....	17
Figura 10: Conformação por prensagem	18
Figura 11: Processo de conformação por alta pressão	18
Figura 12: Conformação por enchimento manual	19
Figura 13: Peça conformada na olaria	19
Figura 14 : Conformação nas máquinas de rollers	19
Figura 15: Processo de esponjamento	19
Figura 16: Processo de rebarbamento.....	19
Figura 17 : Aplicação de granilhas	20
Figura 18: Trinchado	20
Figura 20: Vidragem nas máquinas de mergulho	20
Figura 19: Vidragem nas máquinas circulares.....	20
Figura 21: Linha Costa Nova	23
Figura 22: Prato de jantar, Costa Nova.....	23
Figura 23: Percentagem anual de peças produzidas da linha Costa Nova	23
Figura 24: Fluxograma do processo produtivo dos pratos da linha Costa Nova	26
Figura 25: Construção do VSM através do uso de post-its.....	27
Figura 26: Mapeamento do fluxo de valor	27
Figura 27: Quantidade de peças conformadas por hora, na secção de conformação da unidade 2 e 3.	29
Figura 28: Quantidade de peças rebarbadas por horas nas unidades 2 e 3.	30
Figura 29: Quantidade de peças esponjadas por horas nas unidades 2 e 3.	30
Figura 30: Quantidade de peças vidradas por máquinas ao longo do mês de fevereiro nas unidades 2 e 3	31
Figura 31: Quantidade de loiça escolhida ao longo do mês de fevereiro nas unidades 2 e 3	32
Figura 32: Índices de escolha do mês de fevereiro na unidade 2.....	32
Figura 33: Índices de escolha do mês de fevereiro na unidade 3.....	32
Figura 34: Distribuição de defeitos no mês de fevereiro	33
Figura 35: Movimentações efetuadas pelos colaboradores na unidade 3	34
Figura 36: Movimentações efetuadas pelos operadores do acabamento na unidade 3.	36
Figura 37: Tempos de setup	38
Figura 38: Fluxograma referente à troca de molde.....	41
Figura 39: Diagrama de spaghetti.....	42
Figura 40: Diagrama de causa-efeito relativo ao aumento do tempo de setup	43
Figura 41: Desenho da prateleira atual de armazenamento	43
Figura 42: Classificação e distribuição das tarefas	46
Figura 43: Solução para a espera.....	46
Figura 44: Fluxograma do processo de conformação das asas	48
Figura 45: Retirar asas da forma.....	49
Figura 46: Enchimentos dos casulos Retirar asas da forma.....	49
Figura 47: Corte do canhão	49
Figura 48: Rebarbamento da asa	49
Figura 49: Asa sem acabamento, asa com acabamento	49
Figura 50: Colagem da asa	50
Figura 51 : Etiqueta aplicadas na conformação das asas	50
Figura 52: Antes da implementação	51
Figura 53: Depois da implementação	51

Índice Tabelas

Tabela 1: Percentagem de colaboradores por género	14
Tabela 2: Classificação dos recursos humanos	15
Tabela 3: Distribuição do pessoal pelas 3 fábricas.....	15
Tabela 4: Matérias-primas e percentagens típicas utilizadas no grés	16
Tabela 5: Desperdícios na conformação	34
Tabela 6: Tempos das movimentações na secção de conformação	35
Tabela 7: Desperdícios no acabamento	35
Tabela 8: Tempos das movimentações efetuadas na secção de acabamento.....	36
Tabela 9: Desperdícios na vidragem	37
Tabela 10: Comparação de Setup's entre as unidades 2 e 3	39
Tabela 11: Listagem de tarefas de setup e pós-setup	45
Tabela 12: Ensaios de gramagens, unidade 3	53

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do trabalho

O relatório apresentado tem como finalidade a conclusão do segundo ciclo do curso de Engenharia e Gestão Industrial, lecionado na universidade de Aveiro. Este documento descreve o projeto desenvolvido na empresa Gestrel - Produtos Cerâmicos S.A., produtor de artigos de mesa e acessórios de servir fabricados em grés fino.

Atualmente as empresas encontram-se num mundo extremamente competitivo, os clientes são cada vez mais exigentes e os mercados instáveis. Para que as organizações se mantenham competitivas é necessário que estas apostem na diminuição de custos e na excelência, procurando criar valor através da utilização dos recursos existentes.

A empresa mencionada anteriormente, propôs para o presente projeto que fosse feita a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico tendo em conta os seguintes objetivos: o aumento da eficiência da fábrica, diminuindo os desperdícios e aumentando a qualidade dos produtos conformados.

Assim sendo, o projeto em causa, visa melhorar a utilização dos recursos existentes na organização, através da diminuição de custos, do aumento da qualidade dos produtos, possibilitando desta forma a entrada em novos mercados, levando a organização a um patamar de reconhecimento e excelência mundial, e máxima eficiência.

1.2. Relevância do desafio

O projeto desenvolvido permitiu à organização perceber quais os maiores desperdícios e onde eles estão, assim como quais os aspetos do seu funcionamento que podem vir a melhorar.

Com a aplicação de ferramentas *lean* pretende-se atingir melhores valores de produção tentando diminuir o número de defeitos, estabelecer a ordem e permitir uma melhor organização da informação existente, assim como conseguir reduzir custos associados à produção.

1.3. Estrutura do documento

O documento apresentado encontra-se dividido em cinco capítulos.

O primeiro capítulo, denominado por “introdução” visa esclarecer informações relacionadas com o projeto desenvolvido, nomeadamente a apresentação do mesmo e dos seus objetivos, assim como também é possível obter informações sobre a estrutura do documento.

Segue-se o segundo capítulo, mais teórico, que pretende fazer a ponte de ligação entre os conhecimentos adquiridos ao longo do curso e, com o auxílio de uma pesquisa personalizada ao tema apresentado, os conhecimentos práticos aplicados.

No terceiro capítulo é apresentada a organização onde o projeto foi desenvolvido, desde a história, recursos humanos, mercado onde atua, os produtos e o processo produtivo. Nesse capítulo apresenta-se ainda a metodologia usada para atingir os objetivos propostos pelo projeto.

No quarto capítulo, é apresentado o estado atual da organização, comparando a unidades fabris 2 e 3, os problemas identificados na unidade fabril 3, propostas para alguns dos problemas identificados e a avaliação de resultados das medidas implementadas.

No último capítulo, intitulado “conclusão” são apresentadas as principais conclusões em relação ao projeto desenvolvido e são apresentadas propostas para o futuro.

2. CONCEITOS TEÓRICOS

Ao longo deste capítulo vão ser abordados os conceitos teóricos que permitiram o desenvolvimento deste projeto.

2.1. Toyota Production System (TPS)

O *Toyota Production System* (TPS) é definido por Ohno (1988) como a base para a eliminação absoluta de desperdício, tornando-se num sistema para o fluxo de produção contínua, sustentado por dois princípios fundamentais: *Just-in-Time* (JIT) e *Jidoka*.

Este sistema tinha como objetivo alcançar maior eficiência produtiva, aumentar a qualidade, praticar baixos preços, num tempo reduzido e com o mínimo de recursos, através da melhoria contínua (Ringen *et al.*, 2014). Para a empresa Toyota, este sistema traduziu-se na capacidade de produzir vários modelos de automóveis, em pequenas quantidades, a custos competitivos, o que lhes permitiu afirmar-se como uma referência no setor automóvel.

Na figura 1 encontra-se, de forma ilustrativa, o sistema produtivo da Toyota. Este apresenta o formato de uma casa, tendo como base a estabilidade, o nivelamento, o trabalho padronizado e a melhoria contínua. Para segurar este sistema, são necessários dois pilares, o *JIT* e o *Jidoka*, sendo o principal objetivo atingir a máxima qualidade, a baixo custo e com o menor *lead time*.

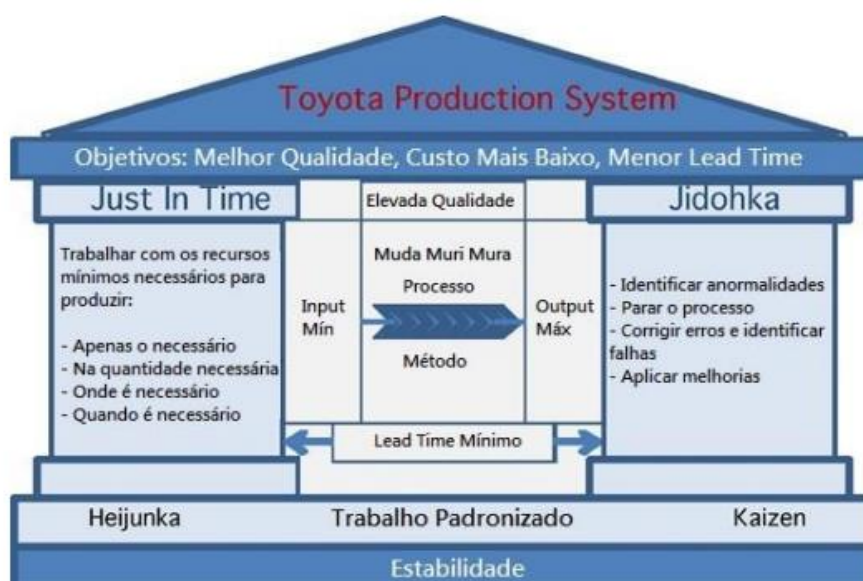


Figura 1: Casa da *Toyota Production System*

(Adaptado de Remdi, 2014)

2.2. Lean Thinking

Os autores Womack e Jones (1996) foram os criadores do conceito de *Lean Thinking* referindo-se a ele como um conceito de gestão empresarial. Os autores referem este conceito como o “antídoto para o desperdício”. Por sua vez, Shah e Ward (2003) defendem que esta filosofia assenta na redução

de desperdícios e é transversal a toda a organização, sendo também uma nova característica no produto final, ou seja, o produto é produzido ao ritmo da procura.

Já em 2003, Womack e Jones redefiniram o conceito de *Lean Thinking*, referindo-se a ele como uma forma de especificar valor de acordo com os requisitos do cliente, detetar a cadeia de valor, de modo a reduzir as atividades que não adicionam valor ao produto final, estabelecer um fluxo contínuo diminuindo assim tempos de processamento, trabalhar com um sistema puxado pelo cliente e procurar a perfeição.

Oliver *et al.* (2007) defendem que num sistema *lean* os materiais fluem constantemente numa filosofia *just-in-time*, sendo que este conceito aposta na prevenção de erros e não na sua retificação. Ortiz (2008) descreve esta filosofia como uma abordagem à melhoria contínua estendendo-se a toda a organização.

Conclui-se que o conceito *Lean Thinking* não tem uma definição específica, isto porque ao longo das ultimas décadas o conceito tem sofrido algumas alterações. Apesar das diferenças entre conceitos, as definições apresentadas assentam numa perspetiva de redução de desperdícios, a qual só acontece depois de ser descoberta a cadeia de valor da organização, sendo necessário saber com exatidão aquilo que o cliente pretende para conseguir organizar a produção no sentido de fazer mais e melhor com menos, ao gosto do cliente.

2.3. *Lean Manufacturing*

O *lean manufacturing* assenta em cinco princípios (Womack *et al.*, 1990), sendo eles:

- **Especificação do valor:** este ponto é a base para uma implementação de *lean*, sendo que valor apenas pode ser definido pelos clientes.
- **Identificação da cadeia de valor:** depois de identificado o valor, é essencial identificar as atividades que agregam valor ao produto final.
- **Fluxo de valor:** os processos devem estar alinhados, de forma a criarem um fluxo contínuo de materiais e informação.
- **Sistema Pull:** sistema de produção onde quem dá a ordem de fabrico é o cliente final e percorrem, no sentido inverso, todo o fluxo de valor.
- **Perfeição:** o principal objetivo do *lean* é a perfeição, ou seja, fazer bem à primeira, tendo o mínimo de desperdício possível.

2.4. Os 7 desperdícios + 1

A Toyota identificou os sete tipos de desperdícios que não acrescentam valor ao processo ou ao produto final no ambiente industrial. Estes podem ser aplicados não só na linha de produção, como também ao desenvolvimento de produtos, áreas de apoio e escritórios (Liker, J.K, *et al.*, 2004).

Os sete desperdícios nomeados anteriormente apresentam-se listados de seguida, pela ordem de maior impacto na organização.

1. Sobreprodução: este desperdício é considerado pela Toyota como o mais prejudicial para uma organização (Linker,J_K, 2004). Provém da produção excessiva de itens, ou seja, a organização produz mais do que na realidade precisa. Este desperdício pode ser causado por outros desperdícios como o excesso de colaboradores, armazenamento ou custos de transporte.
2. Espera: este desperdício é o mais difícil de identificar, uma vez que os operadores se encontram quase sempre em movimento, passando a imagem de que se encontram ocupados e a desempenhar as tarefas certas (Linker, J.K, 2004). Assim sendo, a espera é considerada um desperdício quando o operador é obrigado a esperar pela máquina para continuar o seu trabalho, pelas ferramentas, pelo fornecedor ou simplesmente fica parado porque não tem trabalho para fazer devido a stocks não dimensionados.
3. Transporte: é a deslocação do trabalho entre processos, de um local para outro, independentemente da distância. Este existe desde o momento em que haja necessidade de deslocar matérias-primas, peças ou produto acabado dentro da organização.
4. Sobreprocesso ou processamento incorreto: o processo utilizado muitas vezes pode ser inadequado para obter o produto final, com as características desejadas pelo cliente, a ineficiência das ferramentas ou má formação do colaborador para as tarefas propostas pode levar à geração de resíduos. Muitas vezes o trabalho extra é feito para preencher horas de trabalho em vez de esperarem pela próxima peça.
5. Excesso de inventário: o excesso de matérias-primas ou produto acabado podem provocar um aumento do *lead time*, aumento dos custos de transporte, aumento de produtos não conformes, armazenamento e atrasos. Este desperdício pode esconder graves problemas, como mau planeamento, longos transportes, falhas de comunicação, entre outros. Uma vez que este desperdício agrega muitos problemas, para a sua eliminação deverão ser eliminados os desperdícios que lhe estão associados.
6. Movimento: qualquer movimento que seja realizado pelos trabalhadores durante o curso do seu trabalho. Este é considerado um desperdício quando não acrescenta valor ao pedido, tal como caminhar de uma máquina para outra, sendo essa deslocação desnecessária.
7. Defeitos: a produção de peças defeituosas é um desperdício visível para a organização. Produtos com defeito podem seguir dois caminhos, ou são reparados e seguem o circuito normal ou vão para a sucata. A reparação de uma peça leva ao aumento do *lead time*, ao acréscimo nos custos e a esperas. Quanto mais cedo for descoberto o defeito menor será este desperdício.

Com o passar do tempo e devido à evolução dos vários conceitos, Ohno defende que existe mais um desperdício para além dos nomeados anteriormente, sendo ele, a não utilização da criatividade dos colaboradores. O aproveitamento inadequado dos colaboradores faz com que a empresa perca tempo, ideias, capacidades e oportunidades de aprendizagem.

2.5. Ferramentas *Lean*

2.5.1. *Value Stream Mapping (VSM)*

O *Value Stream Mapping (VSM)* é uma ferramenta visual que visa mapear o estado atual da organização e identificar oportunidades de melhoria ao longo do processo (Pavnaskar *et al.*, 2003).

Esta ferramenta permite uma visão global das atividades que constituem o processo, (Stevenson, 2012), permitindo analisar fluxo de materiais e informações necessárias para levar o produto ao cliente (Howeell, 2013). Esta deve ser das primeiras ferramentas a ser pensadas quando se pretende encontrar valor e identificar o que se necessita alterar rapidamente (Chiarini, 2013).

De acordo com Chiarini (2013), uma vez recolhida toda a informação, pode passar-se à construção do *VSM*. Este pode ser feito em papel ou em *softwares* adequados, devendo obedecer aos seguintes passos:

1. Desenhar os ícones do fornecedor e do cliente do processo;
2. Inserir as quantidades desejados pelo cliente, indicando o mês e o dia;
3. Calcular a produção diária e comparar com o valor do *takt time*;
4. Desenhar o ícone de transporte da matéria-prima e indicar a frequência;
5. Desenhar o ícone de transporte para o cliente, indicando a frequência;
6. Colocar as tabelas de cada processo, de forma sequencial da esquerda para a direita;
7. Adicionar as caixas de informação sob cada processo;
8. Adicionar métodos e frequências das comunicações;
9. Preencher as caixas de informação dos processos;
10. Colocar símbolo e o número de operadores;
11. Adicionar ícone de inventários e o seu valor em dias ou quantidade;
12. Colocar tempo disponível de trabalho;
13. Adicionar outras informações importantes;
14. Colocar tempos de ciclo e tempos de processamento;
15. Calcular tempos de ciclo e de processamento totais.

Assim que o mapeamento do fluxo de valor esteja concluído, de forma a identificar oportunidades de melhoria, devem colocar-se algumas perguntas chave, tais como (Stevenson, 2012):

- ✓ Quais são os gargalos do processo?
- ✓ Quais os processos sujeitos a maior variação?
- ✓ Onde existe desperdício?

2.5.2. Gestão Visual

O conceito de gestão visual, é visto no mundo empresarial como um sistema de gestão que visa melhorar o desempenho da organização, alinhando a visão da organização, com os valores, objetivos e com a cultura da mesma (Tezel *et al.*, 2009).

Segundo Pinto (2009), o conceito de gestão visual visa apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis e intuitivas.

Esta ferramenta pode ajudar na diminuição dos erros e no tempo de reação por parte dos colaboradores (Parry e Turner, 2006).

2.5.1. Kaizen

Kaizen é uma palavra japonesa que significa melhoria, ou mudança para melhor, encontrando-se nos dias de hoje ligada ao conceito de melhoria contínua. O *Kaizen* engloba todos os *stakeholders* de uma organização, com vista a encontrar rápidas soluções para eventuais problemas que possam surgir. Este conceito hoje em dia não se aplica apenas à indústria, mas sim a outras áreas de negócio como os setores de saúde e bancários (Knechtges e Decker, 2014).

Na base da melhoria contínua é importante perceber, para além dos problemas visíveis, quais são os problemas não visíveis (figura 2). Além dos processos, ferramentas e técnicas, é extremamente importante analisar a estratégia da empresa e o alinhamento da organização, tal como a forma como esta é liderada e o comprometimento e comportamento dos seus colaboradores (Hines *et al.*, 2011).



Figura 2: Teoria do *Iceberg* aplicada a potenciais problemas de uma organização
(Adaptado de Hines *et al.* (2011))

2.5.2. Diagrama de Ishikawa

O diagrama de *Ishikawa*, também conhecido por diagrama causa-efeito é uma ferramenta na qual são listadas as causas e as sub-causas de um problema, defeito, acidente ou forma de desperdício (Hagemeyer *et al.*, 2006).

Montgomery (2009) defende que nas situações em que as causas não são óbvias, este diagrama é usado para identificar as potenciais causas (figura 3).

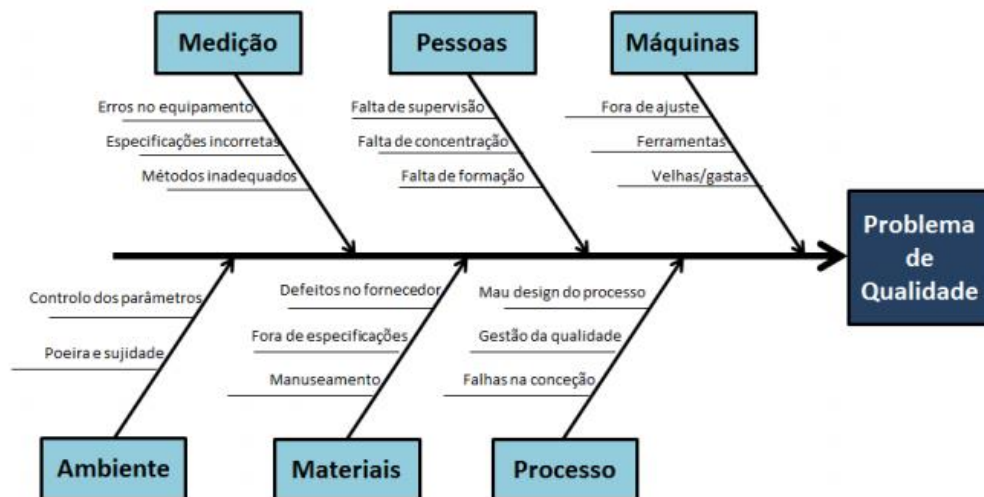


Figura 3: Diagrama de Ishikawa

(Adaptado de Pinto, 2009)

2.5.3. Single Minute Exchange of Dies (SMED)

A metodologia *SMED* (*Single Minute Exchange of Dies*) foi desenvolvida por Shingo. Em 1950, Shingo foi trabalhar para uma empresa, com objetivo de aumentar a produtividade das prensas existentes. Quando efetuada a troca, observou que a ausência de um parafuso, provocou uma paragem de mais de uma hora. Nesse momento, Shingo percebeu que existiam dois tipos de operações nos *setups*, os *setups* internos, que correspondem ao tempo de preparação interna, e os *setups* externos que correspondem a operações que se podem realizar com a prensa em funcionamento. Com esta descoberta, conseguiu aumentar a produtividade da prensa em 50%.

Tentando efetuar qualquer *setup* em menos de dez minutos, Shingo, batizou o conceito como “Troca de ferramentas em um tempo inferior a dez minutos – *Single Exchange of Dies*” (Shingo, 2000).

Esta metodologia é uma importante ferramenta de *lean* para a criação de fluxo, incluindo o *just-in-time* no sistema de produção Toyota. Shingo (2000) defende que uma troca rápida de ferramentas é meio caminho para a implementação de *just-in-time*.

Segundo Shingo (2000), esta metodologia deve compreender quatro etapas:

Etapa 0: Situação atual, onde não há distinção entre trabalho interno e externo. Inicia-se com o estudo do trabalho, registam-se e classificam-se todos os elementos com a ajuda de vídeo ou cronómetro;

Etapa 1: Separar o trabalho interno do trabalho externo. Fase mais importante para se implementar uma metodologia *SMED* com sucesso. Nesta etapa é necessário separar as operações de *setup* em interno e externo. Para facilitar esta separação deve-se criar uma lista que inclua todas as ferramentas usadas, condições de operações e operações executadas.

Etapa 2: Converter trabalho interno em trabalho externo. Nesta fase é importante analisar todas as operações efetuadas no *setup* atual para verificar quais as tarefas que são internas que podem ser convertidas em externas.

Etapa 3: Racionalização das operações de *setup*. Esta etapa deve ser feita em simultâneo com a anterior, tendo como principal objetivo racionalizar ao máximo as operações.

As técnicas mais indicadas para a redução de *setup* externo, passam pela arrumação, disposição e identificação do material necessário ao *setup*, tendo como objetivo a redução de movimentos do operador, evitar perdas de tempo com a procura de ferramentas e treinar o *setup* de forma a conseguir executar todas as tarefas externas com a máquina a trabalhar.

Depois de várias experiências relacionadas com o *SMED*, Shingo (1985), desenvolveu algumas técnicas para aplicação desta metodologia, que atuam nas quatro fases referidas anteriormente.

Etapa 0: De forma a tentar perceber o estado atual, é necessário haver envolvimento por parte da gestão da empresa e dos engenheiros de produção.

Etapa 1: As técnicas que devem ser usadas nesta fase, devem garantir que as tarefas classificadas como externas devem ser executadas com a máquina em funcionamento. Algumas dessas técnicas são a criação de listas com todos os passos e peças necessárias numa troca, verificar se tudo o que se encontra na lista se encontra no sítio correto e se funciona e por último melhorar o transporte de ferramentas e outros componentes, devendo este ocorrer fora do *setup*.

Etapa 2: Para se converter as tarefas internas em externas ao *setup*, podem usar-se técnicas como a padronização de funções e preparação antecipada das condições operacionais.

Etapa 3: O objetivo desta etapa é melhorar e se possível eliminar operações, para isso podem utilizar-se técnicas como armazenagem e movimentação dos componentes ou ferramentas junto à máquina, operações em paralelo, isto é, uma tarefa ser efetuada por dois operadores em vez de um, e eliminação de ajustes.

A aplicação de uma metodologia *SMED* numa organização vai permitir uma série de resultados (Shingo, 1985), sendo alguns deles a redução de *lead times*, *stocks*, tempo de produção de um lote, e número de operações especializadas, devido à simplificação das operações, aumento da flexibilidade produtiva, segurança e capacidade.

2.6. Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *spaghetti* é uma ferramenta que ilustra o fluxo de materiais ao longo de todo o processo. Este pode ser utilizado para mapear fluxo de informação e de pessoas. O diagrama, por norma, é desenhado sobre um *layout*, possibilitando assim a maior facilidade na identificação de movimentações e transportes desnecessários (Liker, 2004).

2.7. *Just-in-Time*

A filosofia JIT surgiu no início dos anos 50 após a segunda grande guerra mundial, tendo sido desenvolvida na Toyota Motor Company. O desenvolvimento desta filosofia tinha como principal objetivo a melhoria da competitividade das empresas através da redução de custos e aumento da flexibilidade das linhas de produção de forma a fabricar pequenos lotes (Ohno, 1988).

Esta filosofia está relacionada com o sistema de produção *pull*, *one piece flow*, onde as peças avançam para o processo seguinte sem *work-in-process*, e com o *takt time*, que representa o ritmo produtivo, cujo o objetivo é alinhar a produção à procura (Ali & Deif, 2014).

2.8. Sistema *Pull* e *Push*

Os sistemas *pull* e *push* são dois sistemas de planeamento de produção distintos.

O conceito “*pull*” significa em português “puxar”, ou seja, uma indústria que utiliza este conceito na sua produção significa que a produção é “puxada” pelo próximo posto de trabalho, ou seja, o componente só passa para o processo seguinte quando houver essa necessidade (Villa e Watanabe, 1993). Os mesmos autores defendem que um sistema *pull* tem como objetivo assegurar uma produção *lean*, que flua sem desperdícios (ver figura 4). Este conceito só funciona bem quando flui em pequenos lotes (Sundar *et al.*, 2014).

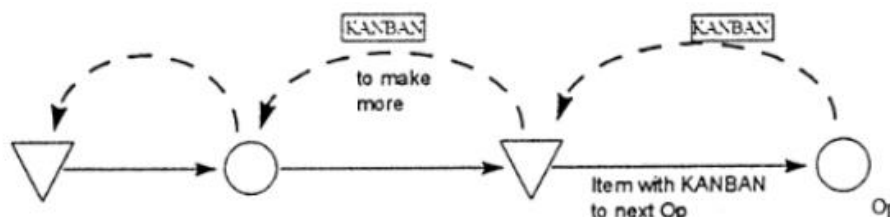


Figura 4: Fluxo de material e informação num sistema *pull*
(Adaptado Bonney *et al.*, 1999)

Relativamente ao conceito “*push*” traduzido para português “empurrado”, os componentes são “empurrados” para o próximo posto de trabalho o mais rápido possível, o que leva a um aumento do *work in process* (Kenworthy *et al.*, 1995) (ver figura 5). De uma forma mais simplificada, o sistema *push* atua com antecipação e o sistema *pull* atua com um pedido (Goddard e Brooks, 1984).

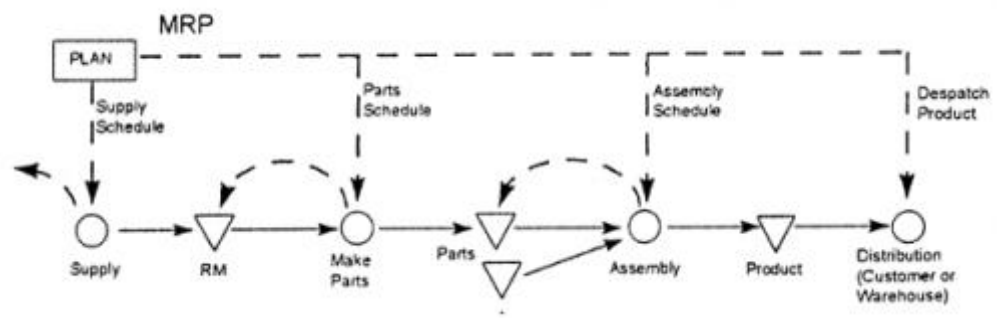


Figura 5: Fluxo de material e informação num sistema *push*
(Adaptado Bonney *et al.*, 1999)

3. A EMPRESA

Neste capítulo apresenta-se alguma informação relativa à empresa, tais como, a história, estrutura da empresa e recursos humanos, produtos oferecidos e quais os mercados onde atua. No final deste capítulo, é apresentada a metodologia usada no desenvolvimento do presente projeto.

3.1. Apresentação da Empresa Grestel – Produtos Cerâmicos, S.A.

A Grestel- Produtos cerâmicos S.A, é uma empresa sediada de na zona industrial de Vagos que opera no setor da cerâmica, fabricando loiça em grés por monocozedura. Esta organização concebe os seus produtos combinando tecnologia avançada com experiência artesanal na produção de loiça utilitária e decorativa.

Criada em 1998, por uma equipa com experiência neste sector, inicia a sua produção, em 1999, em instalações provisórias com apenas 12 funcionários. Um ano depois a empresa foi transferida para instalações fabris próprias, instalações essas conhecidas atualmente como Grestel 1.

Em 2002, a primeira unidade industrial expande, por forma a acomodar novos equipamentos e de forma a aumentar a sua capacidade produtiva.

Estando o negócio a expandir cada vez mais para novos mercados, em 2004 é construída a segunda unidade fabril, na mesma localidade. Esta inicia a sua produção em 2005, empregando cerca de 150 pessoas.

Em função da expansão da empresa e do mercado, em 2005 a organização lançou para o mercado uma marca própria, a marca Costa Nova. Esta marca foi inspirada nas casas de madeira às riscas que se podem ver na zona da Costa Nova, tendo a criação da mesma levado a uma maior expansão do negócio da organização. Para além desta, a Grestel possui a marca “Arenito” mais direcionada para a restauração e hotelaria.

Nos anos que se seguiram, 2007 e 2008, esta unidade fabril foi sofrendo alterações de forma a crescer cada vez mais, tendo sido incluído um novo laboratório e uma secção de gesso e sendo feita, posteriormente, a ampliação do armazém.

Atualmente a organização possui três unidades fabris, situadas todas na mesma zona industrial, empregando cerca de 500 pessoas, sendo que a terceira Unidade foi contruída em 2016 tendo iniciado a sua laboração em finais de 2016. Esta última trata-se de uma fábrica mais automatizada que alinha o conhecimento de fabrico tradicional com tecnologia mais moderna.

3.2. Informações Relevantes

Ao longo deste subcapítulo serão apresentadas informações como a estrutura da empresa, os produtos comercializados e os mercados onde esta atua.

Estrutura

A figura 6 mostra o organograma atual da empresa Grestel, permitindo perceber a estrutura formal da organização e qual a relação entre setores.

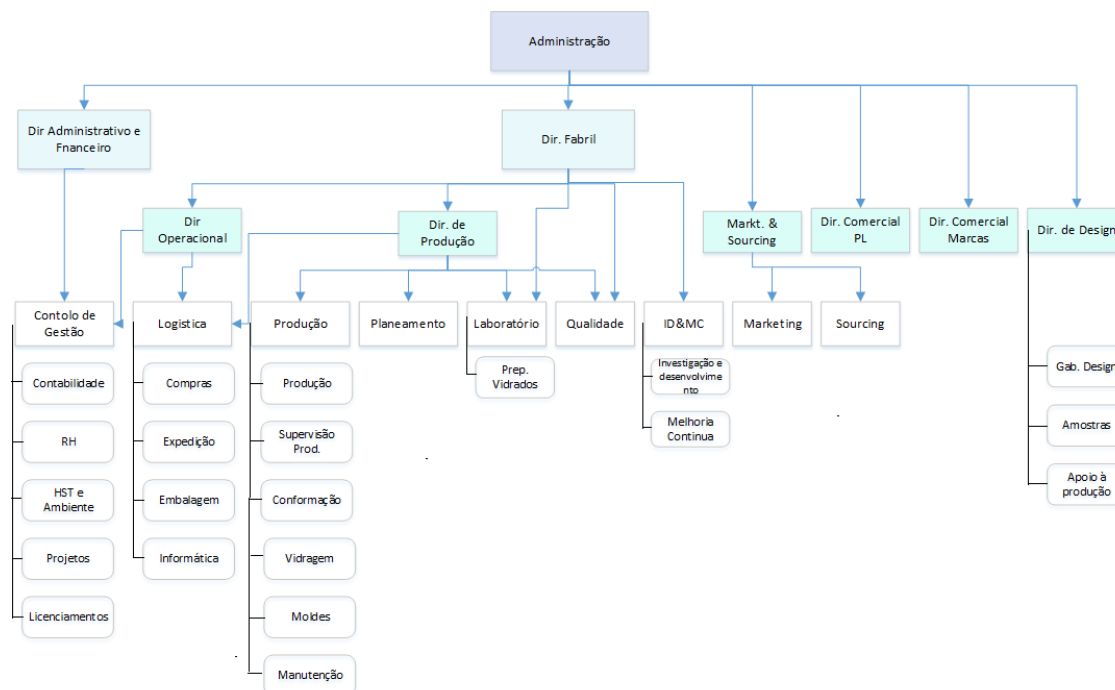


Figura 6: Organograma da empresa Grestel S.A

Recursos humanos

Atualmente a empresa Grestel emprega 514 pessoas, sendo que 66% são o sexo feminino e 34% do sexo masculino, como se pode ver na tabela 1.

Tabela 1: Percentagem de colaboradores por género

Género	Quantidade	%
Feminino	340	66
Masculino	174	34
Total	514	100

Na tabela que se segue, tabela 2, verificamos que 92% dos colaboradores empregues na empresa são operários, sendo que os restantes fazem parte dos quadros.

Tabela 2: Classificação dos recursos humanos

Recursos humanos	Quantidade	%
Operários	472	92
Quadros	42	8
Total	514	100

Na tabela 3, pode ver-se de que forma os colaboradores se encontram divididos pelas três unidades fabris.

Tabela 3: Distribuição do pessoal pelas 3 fábricas

Unidade Fabril	GI	GII	GIII
Quantidade	48	380	94
%	9	73	18

Produtos

A empresa Grestel produz um leque bastante diversificado de acessórios de mesa e forno, devido ao facto de ter uma carteira de cliente proveniente de todo o mundo, com gosto e culturas bastante diversificados. Esta empresa diferencia-se dos seus concorrentes, devido à gama diversa de vidrados que oferece e pela inovação apresentada nos seus produtos. Os produtos apresentados na figura 7, são uma pequena amostra daquilo que é produzido, como assadeiras, pratos, bules, jarros, canecas, saladeiras, chávenas, peças “especiais” como caixas de ovos, entre outros. Como se pode depreender da figura abaixo, para além dos diferente vidrados, esta organização disponibiliza aos seus clientes peças com aplicação de decalques e aplicações manuais de trinchado, esponjados, salpicados, impressões e granilhas.



Figura 7: Leque de produtos

Mercado

Apesar de ser uma empresa portuguesa, só 2% da sua produção é que é vendida em Portugal, sendo o restante exportado para cerca de 40 países espalhados pelo mundo, como se pode ver na figura que se segue (figura 8).

Como já foi referido, esta organização possui marcas próprias, a Costa Nova e a Arenito, que representam cerca de 23% da produção anual da fábrica, sendo que a restante produção é feita para marcas mundialmente conhecidas, como Casafina, Juliska, Ralph Lauren, Zara Home, entre outras.



Figura 8: Percentagem de distribuição dos produtos

3.3. Matéria-prima

A escolha e seleção das matérias-primas são um fator chave para as organizações, as características destas, alinhadas com os processos produtivos, fazem com que o produto final se diferencie dos produtos da concorrência.

As matérias primas utilizadas no fabrico de pastas de Grés são essencialmente quartzo, feldspatos, caulinos e argilas que, quando misturados e cozidos a uma temperatura de cerca de 1180°C, num ciclo de 8 horas, formam uma pasta que apresenta uma elevada resistência mecânica e química, cor ligeiramente creme e uma absorção de água inferior a 3 %.

Na tabela 4 é possível ver o tipo e a composição desta matéria-prima.

Tabela 4: Matérias-primas e percentagens típicas utilizadas no grés

Grés	Temperatura de cozedura- 1100°C- 1250°C Absorção de água <3% Caulino- 15%-45% Argilas plásticas-12%-38% Feldspato -27%-48% Quartzo-5%-18%
------	--

3.4. Processo produtivo geral

A empresa escolhida para este projeto, como já foi referenciado anteriormente, produz artigos de mesas e acessórios de servir, utilizando grés fino. Apesar de ser uma empresa jovem, esta preocupa-se em produzir artigos com máxima qualidade alinhando os métodos tradicionais com a tecnologia avançada. Na figura 9, é apresentado, de uma forma esquematizada, o processo produtivo da empresa em questão.

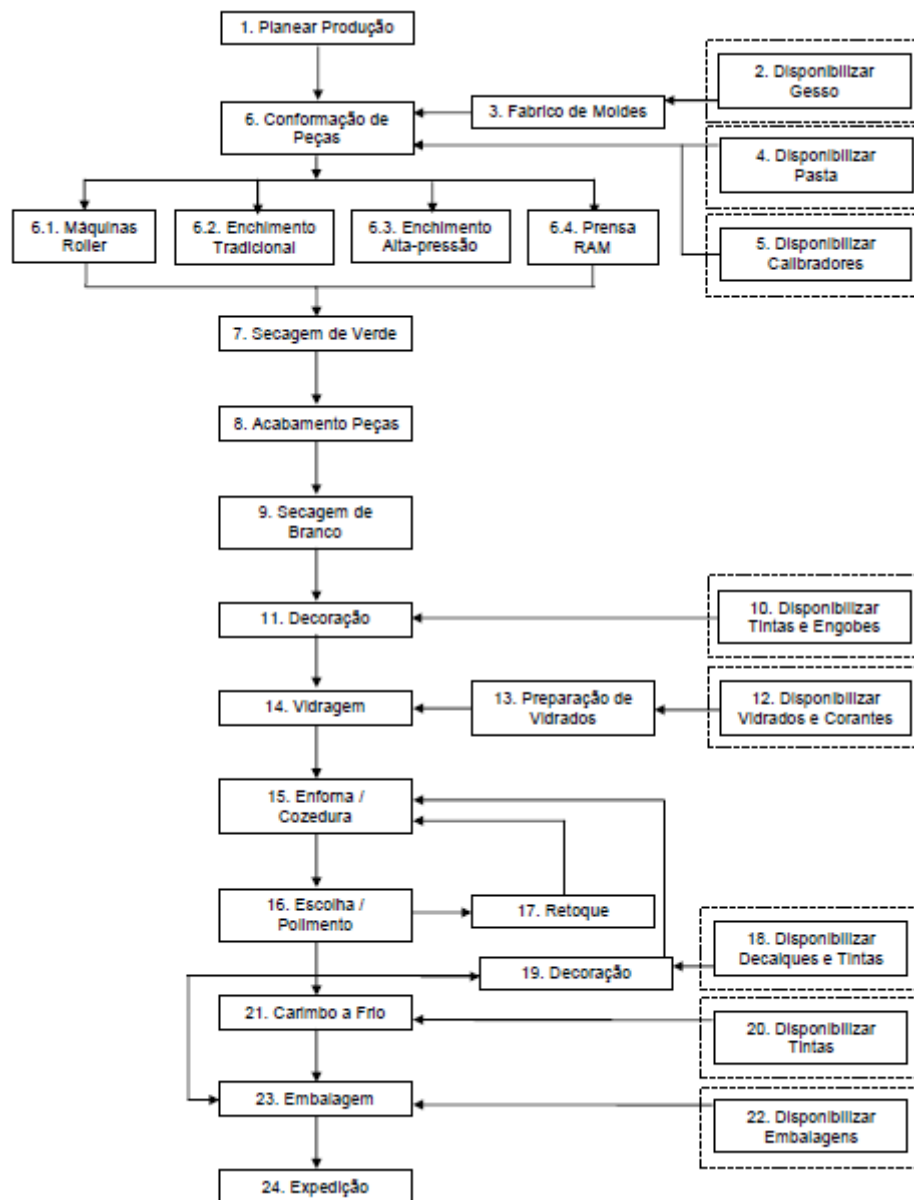


Figura 9: Processo produtivo - geral

O processo de conformação pode ser feito de quatro formas distintas, nas prensas RAM, nas máquinas de *rollers*, por enchimento de alta-pressão ou por enchimento manual. O tipo de pasta usada varia consoante o processo, ou seja, se a conformação for por contramoldagem a pasta usada

é uma pasta plástica enquanto que no enchimento tradicional e de alta-pressão é utilizada uma pasta líquida mais conhecida por barbotina.

O processo de conformação nas prensas RAM (ver figura 10) consiste em prensar uma pasta plástica, utilizando um molde permeável em gesso, constituído por duas peças. A matéria-prima é colocada no molde inferior, sendo aplicada, posteriormente, uma pressão entre as duas partes do molde que por esmagamento confere a forma da cavidade interna à pasta. A desmoldagem da peça é feita através da injeção de ar, primeiro na parte inferior do molde e depois na parte superior.



Figura 10: Conformação por prensagem

O enchimento de alta pressão (figura 11) trata-se de um processo produtivo que conforma peças através da injeção de pasta sob uma pressão hidrostática no qual são usados moldes porosos, o que promove o escoamento da água no seu interior formando a peça.



Figura 11: Processo de conformação por alta pressão

Quando se tratam de peças mais complexas, como bules e tampas, a conformação é feita através do enchimento manual. Esta técnica é bastante tradicional, uma vez que a conformação envolve o vazamento por suspensão para o interior de um molde poroso de gesso que por ação de forças capilares, absorvendo água e depositando as partículas sólidas na superfície do molde (ver figura 12). Após a formação da parede com a espessura pretendida, o excesso de pasta é vazado (ver figura 13).



Figura 12: Conformação por enchimento manual



Figura 13: Peça conformada na olaria

Quando a conformação nas máquinas *rollers* (figura 14) a pasta é esmagada contra a superfície de moldes de gesso por uma cabeça metálica, que por deformação confere a forma pretendida. Este processo é bastante limitado, uma vez que só pode conformar peças com um eixo de revolução, como por exemplo, pratos e chávenas.



Figura 14 : Conformação nas máquinas de *rollers*

Uma vez conformadas as peças, é necessário eliminar a água residual antes de serem acabadas. Deste modo colocam-se as peças verdes a secar, num processo designado por secagem a verde.

Após a primeira secagem, as peças são encaminhadas para o acabamento. Nesta secção, as peças podem ser rebarbadas (figura 15), esponjadas (figura 16), coladas, no caso das chávenas e canecas, de forma a retirar as rebarbas, eliminar certas imperfeições e alisar as peças. Assim, terminado este processo, as peças voltam a secar de forma a retirar a água introduzida durante o acabamento.



Figura 15: Processo de esponjamento



Figura 16: Processo de rebarbamento

Depois de secas as peças podem ser decoradas (figuras 17 e 18) e vidradas (figuras 19 e 20), consoante o pedido do cliente. Depois de vidradas as peças seguem para o forno onde serão cozidas a uma temperatura de 1170°C de forma a ganharem as propriedades necessárias para serem utilizadas.



Figura 17 : Aplicação de granilhas



Figura 18: Trinchado



Figura 20: Vidragem nas máquinas circulares



Figura 19: Vidragem nas máquinas de mergulho

Uma vez cozidas, as peças seguem para a escolha. Aqui são selecionadas, permitindo a separação de peças com defeito das peças sem defeito, classificadas consoante o defeito e, se necessário, retocadas. As peças que são retocadas, voltam ao forno e voltam a ser escolhidas.

As peças sem defeito, podem seguir três caminhos distintos: serem decalcadas, voltando ao forno para cozer o decalque e de seguida voltarem a ser escolhidas, carimbadas ou podem ser diretamente embaladas. O processo termina com a expedição da encomenda para o cliente.

3.5. Metodologia

Para se alcançarem os objetivos apresentados anteriormente, foi necessário traçar uma linha de pensamento.

Inicialmente, realizou-se uma revisão de literatura, permitindo assim maior conhecimento sobre a filosofia *lean*, ferramentas, metodologias e fundamentos. Uma vez reunidas todas as condições, partiu-se para uma pesquisa interna mais detalhada em relação à organização.

a) Recolha de dados

Nesta etapa foi necessário fazer o reconhecimento do estado atual da fábrica, foi preciso perceber quais as atividades de valor acrescentado e quais os maiores desperdícios.

A ferramenta *value stream mapping* (VSM), proporciona uma boa visão global sobre o cenário atual da organização, ajudando a perceber quais os processos que agregam valor, onde está o desperdício e quais as atividades não necessárias para o processo. Contudo, esta também ajuda a perceber qual o impacto que as soluções propostas podem ter no processo.

b) Análise de dados

Depois de recolhidos todos os dados importantes para a realização do projeto, foi necessário identificar os desperdícios em todas as secções, as atividades que acrescentam valor ao produto final bem como as melhorias a aplicar nas tarefas classificadas como críticas.

c) Apresentação de possíveis soluções

Nesta etapa, são apresentadas as soluções pensadas para os problemas identificados na organização assim como a solução implementada.

d) Avaliação do impacto das possíveis soluções

Nesta etapa, será possível perceber quais os impactos que as soluções propostas acarretam tanto no processo como na organização, serão apresentados os benefícios, custos, riscos e as possíveis rejeições por parte dos colaboradores.

4. CASO DE ESTUDO

4.1. Estado atual da organização

O estudo geral do processo produtivo foi iniciado com uma visita à produção que possibilitou um acompanhamento a todas as etapas, de forma pormenorizada, estabelecendo um contato direto com a produção e trabalhadores e permitindo a identificação de desperdícios, problemas, possíveis oportunidades de melhoria e, genericamente, um melhor conhecimento do processo.

Para a realização do fluxograma de produção e dos mapeamentos do fluxo de valor, de entre as mais de quarenta linhas existentes, foi escolhida uma linha de produtos que engloba 23% do número total de unidades produzidas no ano de 2016. A linha escolhida foi a Costa Nova (figuras 21 e 22), marca pertencente à Grestel, e que é constituída pelas seguintes famílias de produtos: pratos, canecas ou chávenas, saladeiras, travessas, loiças de olaria, bules e peças especiais, como tábuas de queijos, por exemplo. Dentro destes grupos tão variáveis, a família escolhida foi a dos pratos, visto que representa 50% da produção total da linha Costa Nova (figura 23).



Figura 22: Prato de jantar, Costa Nova



Figura 21: Linha Costa Nova

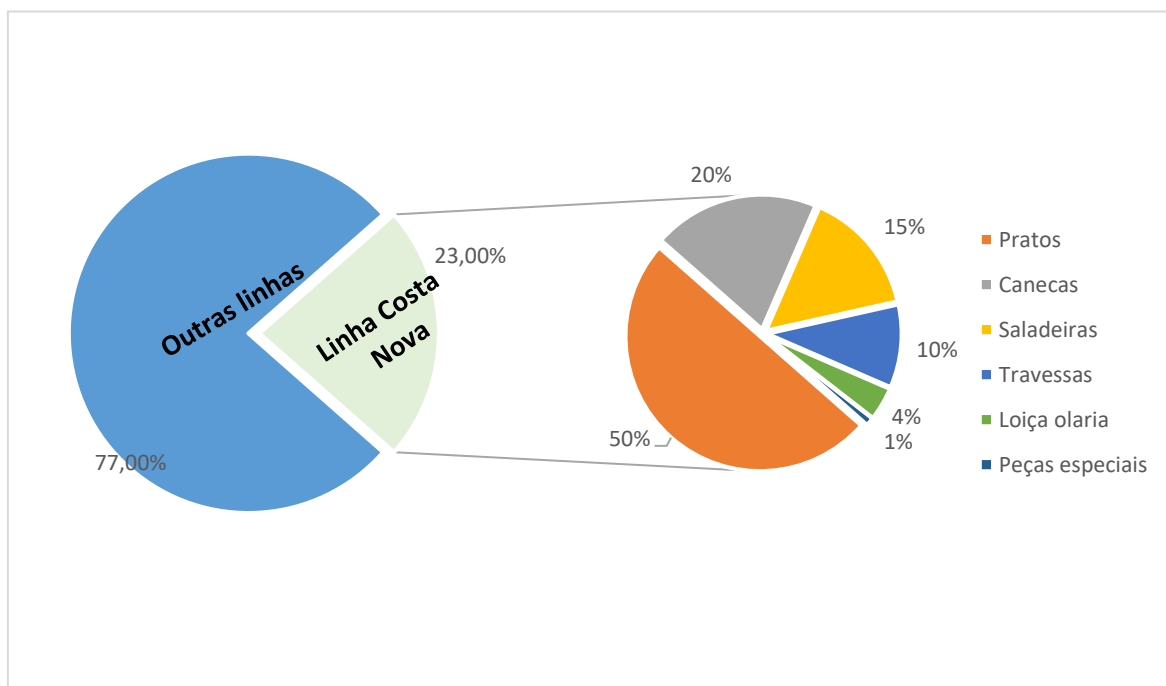


Figura 23: Percentagem anual de peças produzidas da linha Costa Nova

4.1.1. Fluxograma de Produção

Como já foi referido anteriormente, os pratos da linha Costa Nova são os que representam a maior fatia de produção ao longo do ano, sendo esta uma linha da casa, a qual apresenta um *design* bastante simples. Apesar disso, esta não deixa de ter a sua complexidade, uma vez que se diferencia das restantes devido às suas semelhanças com a loiça feita a mão, isto é, não existe um prato igual ao outro. Assim sendo, o processo de conformação inicia-se com um pedido do cliente que, por sua vez, gera um planeamento.

Antes de se iniciar a conformação é necessário verificar, com antecedência, se existem moldes de gesso para a prensagem, ver se existe pasta em *stock* ou se é possível usar a pasta da feira, e ver se existe a quantidade desejada, caso contrário é necessário fazer um pedido ao fornecedor de pasta.

Uma vez reunidas as condições necessárias, inicia-se o processo de fabrico. Este inicia com o processo de prensagem, que consiste na conformação por prensagem de uma pasta plástica utilizando um molde permeável constituído por duas partes. Neste processo existe a necessidade de humedecer a superfície do molde de forma a controlar a adesão da pasta ao molde. A desmoldagem da peça conformada envolve a injeção de ar, primeiro na parte inferior e depois na parte superior. As aparas da peça e as peças não conformes, provenientes do processo anterior, são armazenadas em recipientes que, quando cheios, seguem para a feira. Nessa secção, é feito o reaproveitamento da pasta proveniente das prensas.

As peças conformes seguem agora para a segunda fase do processo, a secagem. Esta é feita num secador que demora entre 4 a 4,5 horas a dar uma volta no respetivo circuito. Uma vez secas, as peças têm de ser acabadas e, nesta secção, as peças boas são rebarbadas e esponjadas enquanto que as restantes vão para o caco, sendo este processo feito em linha. Uma vez acabadas, as peças seguem, em carros, para o parque onde posteriormente serão levadas para os processos que se seguem, nomeadamente decoração e vidragem. As peças, depois de prontas, podem seguir dois caminhos, que são definidos consoante o pedido do cliente, isto é, se as peças são decoradas seguem para a secção da decoração, onde será aplicada a decoração pretendida, as peças conformes seguem para a vidragem enquanto que as danificadas seguem para o caco. Caso o pedido do cliente não requeira decoração as peças saem do parque diretamente para a vidragem. As matérias-primas necessárias para decorar as peças, são cedidas pelo laboratório existente na fábrica e os vidrados são preparados pela secção da preparação de vidro. Caso estes não tenham as características físicas pretendidas, terão de ser acertados ou no próprio local, se possível, ou então terão de retornar à preparação de vidros.

Depois de vidradas as peças são enfiadas num forno contínuo e, após a sua cozedura, as peças são desenfiadas e guardadas no parque onde permanecem até serem levadas para a escolha.

Na secção da escolha, as peças podem seguir quatro caminhos, consoante a quantidade de defeitos: (i) se as peças forem de primeira escolha, seguem para a embalagem; (ii) se forem 2ª escolha são colocadas em boxes no mesmo local e, de seguida, vão para a expedição; (iii) se for possível corrigir o defeito as peças seguem para o retoque e, depois de retocadas, voltam a ser cozidas e escolhidas; (iv) caso a peças não se encontrem em condições de serem comercializadas, devem seguir para o caco.

As peças classificadas como 1ª, antes de seguirem para a embalagem, podem ser decalcadas, seguindo posteriormente para o forno e voltam a ser escolhidas. Depois de embaladas as peças são expedidas, sendo este serviço efetuado por empresas externas à organização.

O processo referente à linha de pratos Costa Nova encontra-se representado no fluxograma da figura 24.

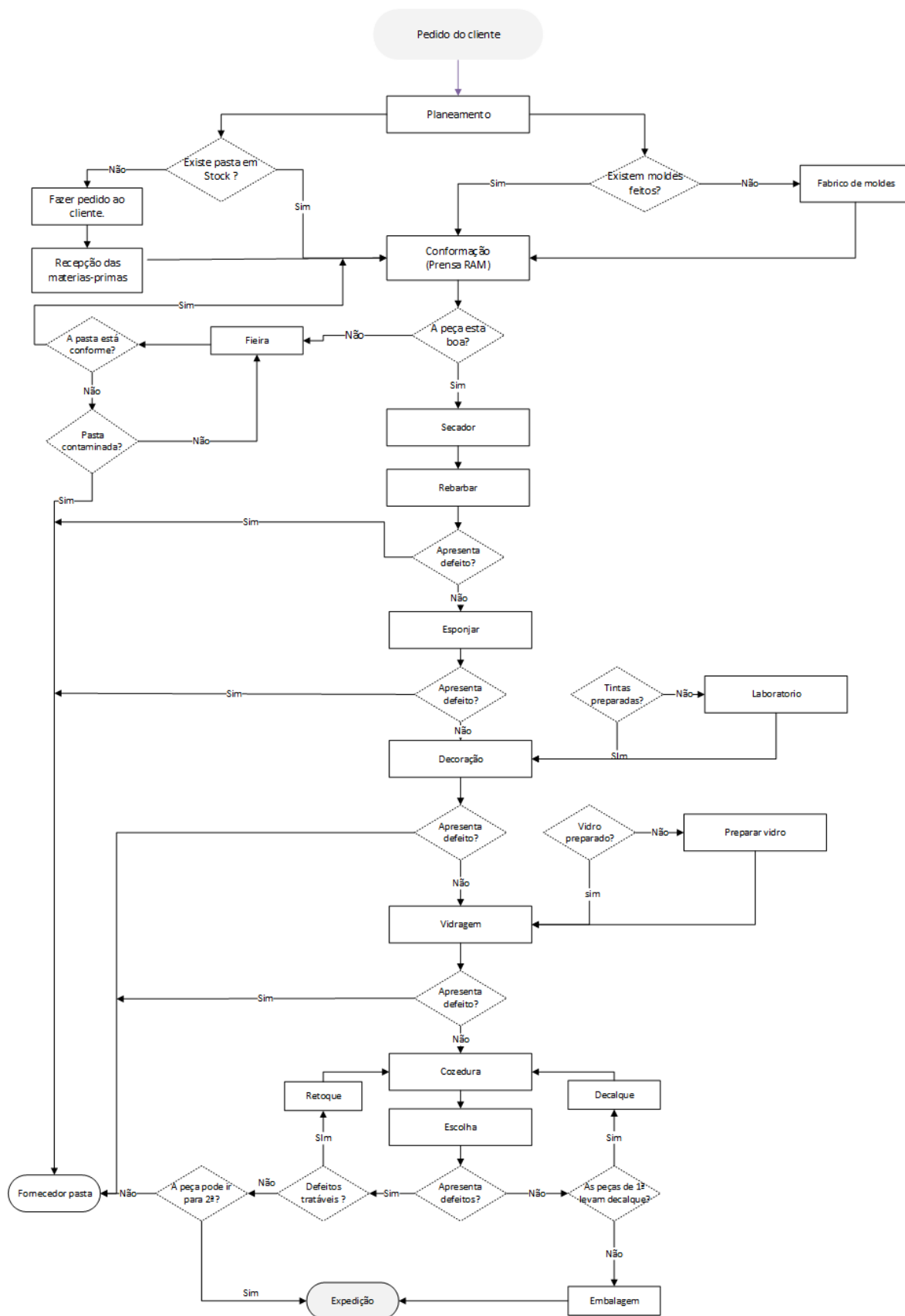


Figura 24: Fluxograma do processo produtivo dos pratos da linha Costa Nova

4.1.2. Mapeamento do fluxo de valor

Conhecido o processo produtivo da família de produtos selecionada, com a obtenção dos tempos das tarefas, através da observação e troca de conhecimento com os operários, partiu-se para a construção do mapeamento do fluxo de valor. Esta ferramenta é utilizada para compreender o processo e perceber onde está o valor.

Todos os dados necessários para proceder à construção do VSM foram recolhidos manualmente.

Inicialmente a construção do VSM foi feita em papel com o auxílio de *post-its*, como se pode observar na figura 19, de maneira a identificar as atividades que agregam valor e as que são desnecessárias no processo, recorrendo aos símbolos comumente utilizados (ver anexo A).

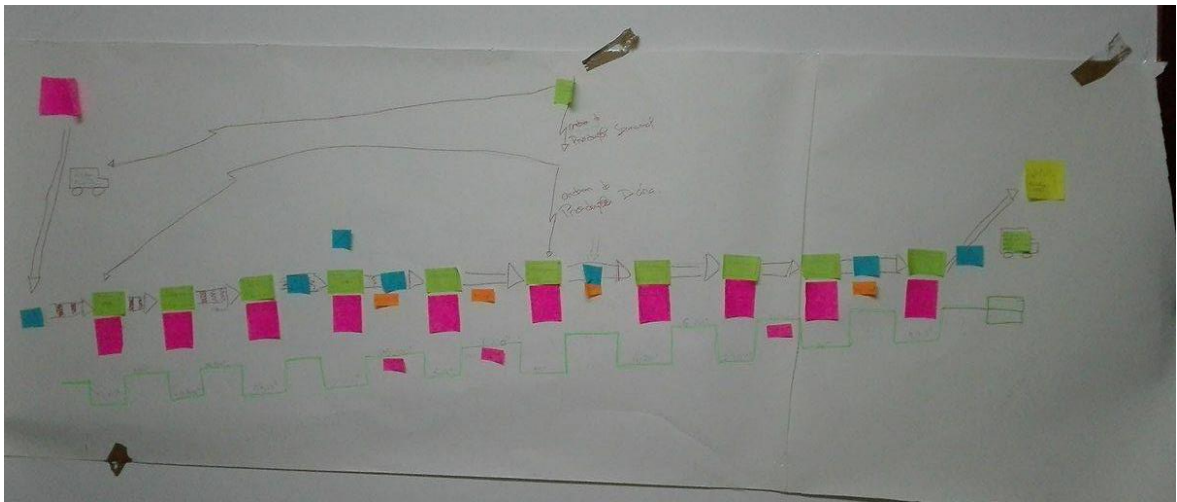


Figura 25: Construção do VSM através do uso de *post-its*

Os *post-its* verdes representam os processos que são utilizados para obter o produto final pretendido pelo cliente. Os *post-its* azuis, representam os *stocks* intermédios entre processos, sendo o valor de peças armazenadas variável. A construção da ferramenta, permite uma maior concentração no fluxo de materiais e informação entre processos.

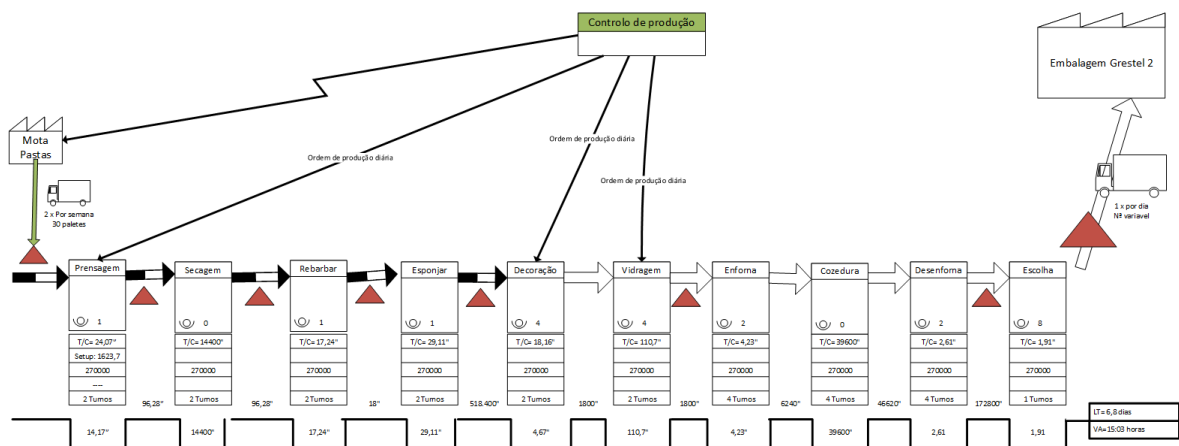


Figura 26: Mapeamento do fluxo de valor

Como se pode verificar, existe uma enorme discrepância entre o *Lead Time* (LT) do processo e o tempo de valor acrescentado: 6,8 dias para o LT face às 15:03 horas para o valor acrescentado. É importante referir que a decoração é feita no tapete, ou seja, as peças estão a ser trinchadas diretamente para a máquina circular. Se analisarmos com atenção os dados apresentados na situação atual, o número de peças conformadas e acabadas, são bastante superiores à capacidade das máquinas circulares, verificando-se aqui o recurso gargalo.

Após a saída do forno, apesar de ser necessário que as peças arrefeçam, verificam-se níveis de *stock* bastantes elevados, isto porque a escolha atual não tem capacidade para escolher a loiça que sai do forno todos os dias, cerca de 23 mil peças e, adicionalmente, a escolha só trabalha 5 dias por semana enquanto que o forno trabalha 8 dias por semana, podendo concluir-se que, como segundo gargalo, surge a escolha.

O sistema produtivo para o tipo de produto analisado encontra-se organizado sob duas lógicas diferentes. Da fase de conformação até à decoração opera numa lógica de sistema *push*, isto é, os materiais são produzidos consoante a entrega das matérias-primas, sendo que até à decoração não existe grande diferença nos pedidos dos clientes. Assim que os produtos dão entrada na secção da decoração ou da vidragem, já se encontram num sistema *pull*, uma vez que nestas secções estes já são feitos com base nos requisitos do cliente e com uma data prevista de saída.

O planeamento de produção é atualizado todos os dias sendo que a produção é diariamente avisada das quantidades que tem de produzir assim como dos pedidos urgentes. Isto leva a que, por exemplo, na secção de vidragem sejam obrigados a trocar de cor várias vezes ao dia, *setups* esses que demoram cerca de 1:15 horas.

Conclui-se que o elevado LT provém da falta de criação de fluxo entre as diferentes secções, visível pelo elevado nível de *stocks* intermédios, nomeadamente entre a secção do acabamento e a secção de vidragem, entre a secção de vidragem e o forno e, por último, entre o forno e a secção da escolha.

4.1.3. Recolha de dados por secção

Foi necessário fazer uma recolha de dados para se perceber a situação atual das duas fábricas (Grestel II e Grestel III). Todos os dados que se encontram nos anexos B, C, D, E, F, G, H e I foram retirados das folhas de produção dos colaboradores preenchidas ao longo do mês de fevereiro, uma vez que a unidade 3 só começou a laborar em pleno, a partir deste mês. É importante referir que este processo de recolha demorou bastante tempo uma vez que todos estes dados se encontravam em papel, e o mesmo operador por vezes efetuava mais do que uma tarefa ao longo do dia, levando a um número variável de pessoas nas secções.

De seguida apresentam-se algumas considerações mais relevantes, relativas aos dados recolhidos para cada secção.

4.1.3.1. Conformação - Prensagem

Os dados que aqui se encontram apresentados dizem respeito apenas à secção de prensagem sendo importante referir, para que se perceba os termos de comparação, que na unidade 2 se encontram cerca de dez pessoas a conformar, enquanto que na unidade 3 existem apenas sete alocadas a esta tarefa. Os valores que se apresentam na figura 2 são referentes ao valor médio de peças conformadas por hora, por operador e por máquina (anexo B e F).

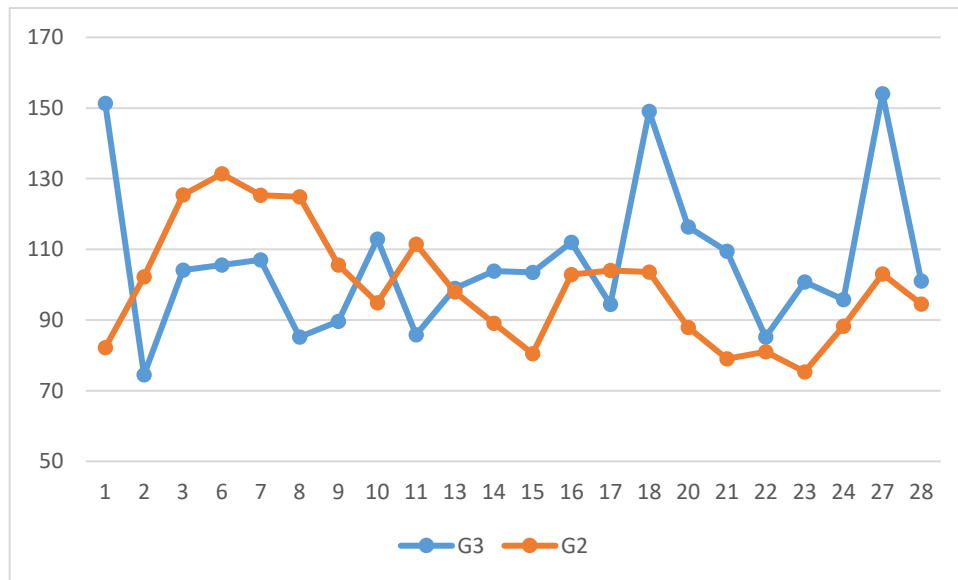


Figura 27: Quantidade de peças conformadas por hora, na secção de conformação da unidade 2 e 3.

Como se pode verificar ao longo do gráfico, a maior parte das vezes a quantidade de peças conformadas na unidade 3 é superior à quantidade de peças conformadas na 2. Isto deve-se ao facto de na unidade 2 as peças em cru seguirem num transportador que serve de suporte às onze prensas existentes na unidade e, o que acontece frequentemente, é que o operador das prensas tem de esperar que o transportador tenha um espaço vago para colocar as peças acabadas de conformar. Esse transportador, utilizado nas prensas, também alimenta a secção de acabamento e, apesar de demorar cerca de 6 horas a dar a volta, os operadores do acabamento por vezes não conseguem retirar as peças na sua secção e estas seguem caminho, ocupando assim os lugares que deveriam estar disponíveis para as peças verdes. Em relação à unidade 3, as peças são retiradas da prensa e colocadas num secador que serve de suporte para duas prensas, alimentando duas linhas de acabamento. Este secador demora, em média, 4,5 horas a dar a volta. Neste caso, o secador só avança quando forem retiradas todas as peças secas, possibilitando assim que haja sempre espaço para colocar as peças verdes.

4.1.3.2. Acabamento

O acabamento encontra-se dividido em dois subprocessos diferentes, o rebarbamento e o esponjamento. Nesta secção encontram-se a trabalhar, na unidade 2, uma média de dez pessoas no rebarbamento e onze no esponjamento. Na unidade 3 existem oito operários em cada processo, ou seja, oito no rebarbamento e oito no esponjamento.

Os valores que se encontram nos gráficos que se seguem são referentes apenas à loiça proveniente das prensas, uma vez que este processo é realizado em ambas as fábricas. A loiça que é conformada nas *rollers* é acabada em máquinas de acabamento e a que provém da olaria é apenas acabada na unidade 2 (anexo C e G).

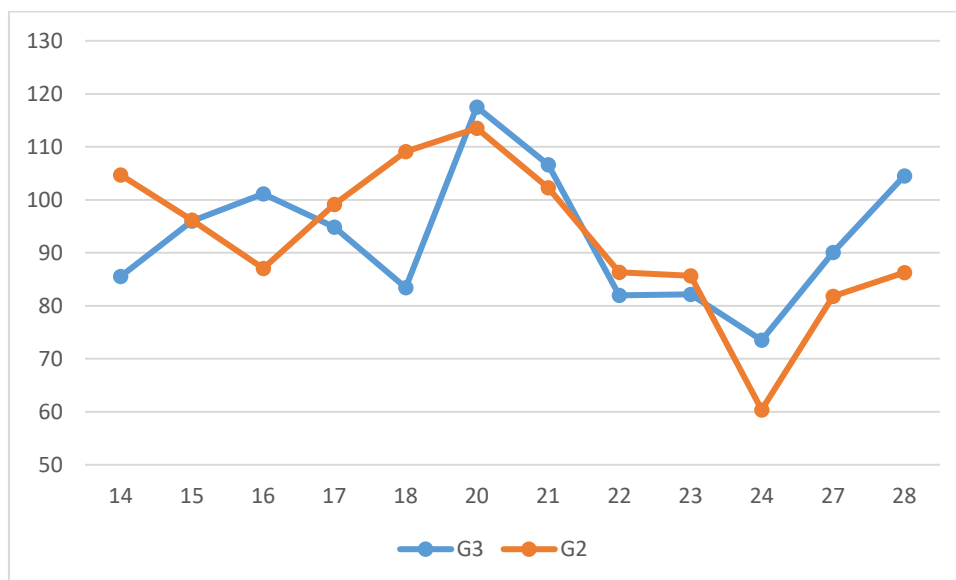


Figura 28: Quantidade de peças rebarbadas por horas nas unidades 2 e 3.

Como se pode verificar no gráfico da figura 28, não existe um desequilíbrio muito elevado entre as unidades 2 e 3.

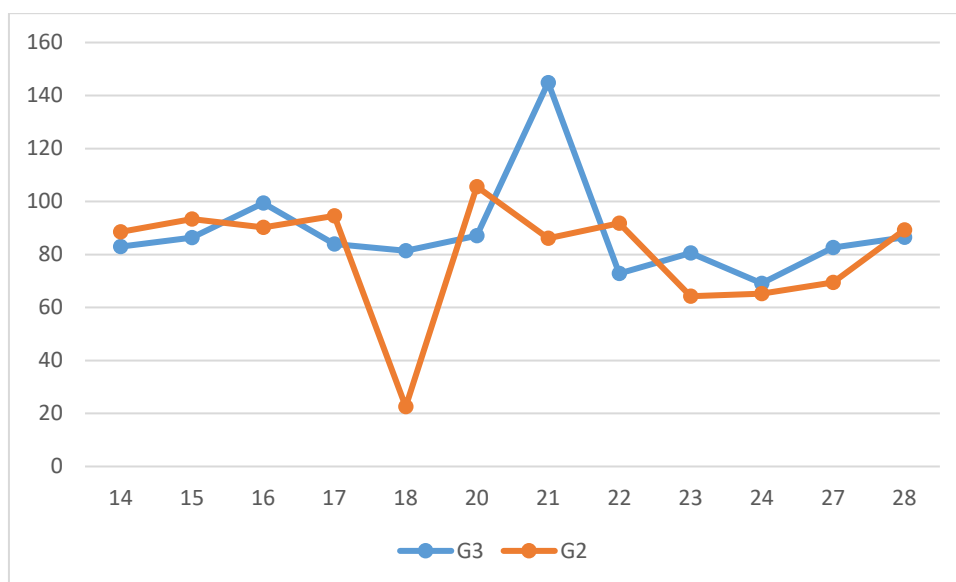


Figura 29: Quantidade de peças esponjadas por horas nas unidades 2 e 3.

Se se comparar os gráficos das figuras 28 e 29 verifica-se que quando existem picos elevados no rebarbamento na unidade 2, a quantidade de peças esponjadas na mesma unidade é bastante inferior, o que se explica pelo facto de terem mais pessoas a rebarbar do que a esponjar. As discrepâncias visualizadas anteriormente raramente se verificam na unidade fabril 3, isto porque estes dois

processos são feitos em linha, ou seja, a peça sai do rebarbamento e vai para a passadeira onde será recolhida pelo operador do esponjamento sendo que, na unidade 3, o número de pessoas a rebarbar é igual ao número de pessoas a esponjar. A peça não anda mais do que 30 segundos na passadeira, enquanto que unidade 2 a peça demora cerca de 6 horas a passar do rebarbamento para o esponjamento.

4.1.3.3. Vidragem

Os dados que serão apresentados em relação à secção da vidragem, são referentes às peças vidradas apenas nas máquinas circulares, uma vez que a unidade 3 só possui estas máquinas. A unidade 2 possui quatro máquinas enquanto que na unidade 3 existem apenas três. É importante referir que os dados que serão apresentados correspondem às quantidades que são vidradas por dia por máquina (ver figura 30).

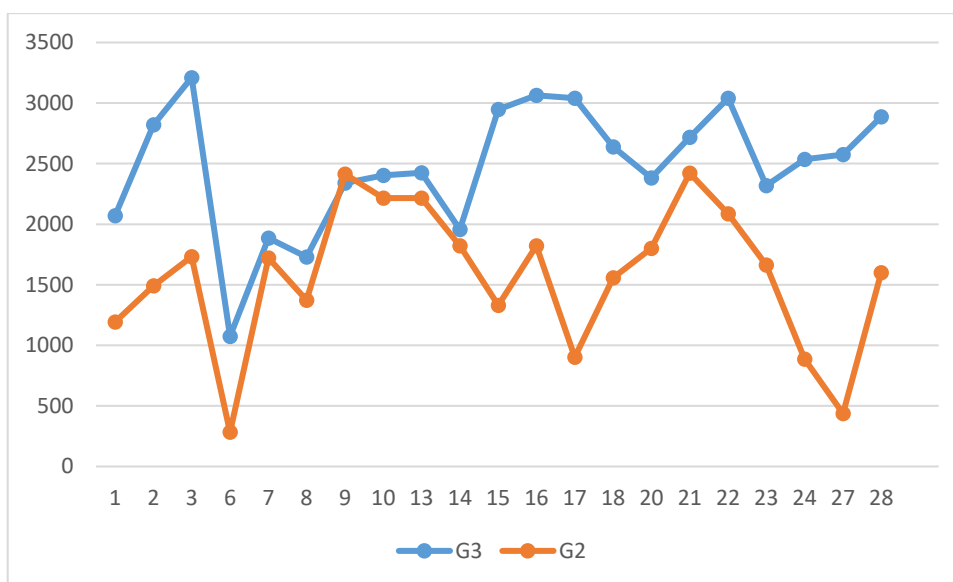


Figura 30: Quantidade de peças vidradas por máquinas ao longo do mês de fevereiro nas unidades 2 e 3

Em relação à vidragem, apesar da unidade 2 possuir mais uma máquina circular que a 3, os níveis de produção na unidade 3 são bem mais elevados ao longo do mês de fevereiro. Isto deve-se ao facto de, durante esse mês, terem sido usadas as máquinas da unidade 2 para a realização de ensaios para feiras, acertos de gramagens e ensaios de produção. A realização desses ensaios utiliza muita da capacidade disponível das máquinas.

4.1.3.4. Escolha

Relativamente aos dados recolhidos na secção da escolha, será apresentado o número de peças que são escolhidas por dia, uma vez que esta secção apresenta a mesma capacidade em ambas as fábricas (ver figura 31).

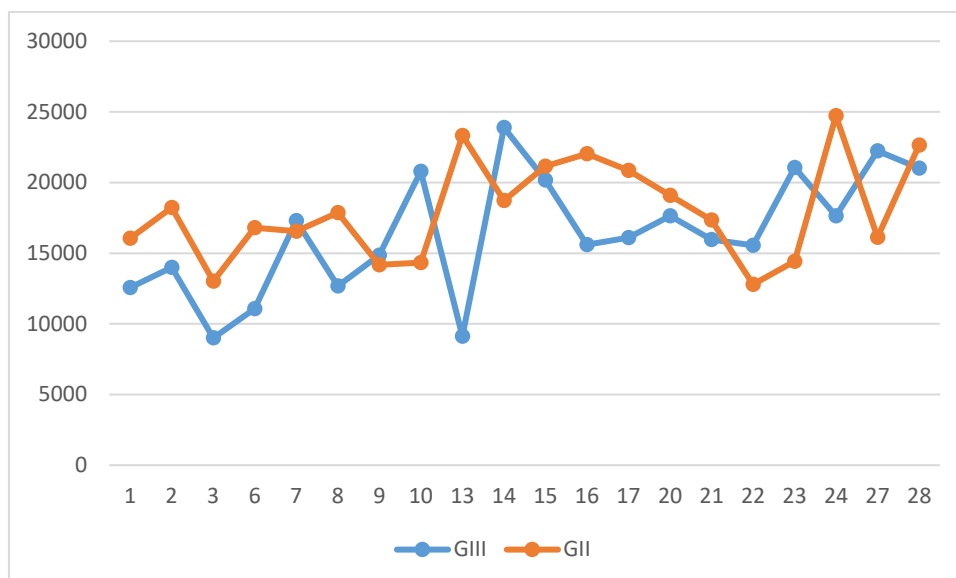


Figura 31: Quantidade de loiça escolhida ao longo do mês de fevereiro nas unidades 2 e 3

A conclusão que se pode retirar da figura 31 é que a quantidade de peças escolhidas em ambas as fábricas é semelhante, o que resulta do facto de ambas as escolhas terem a mesma quantidade de recursos humanos e máquinas a trabalhar.

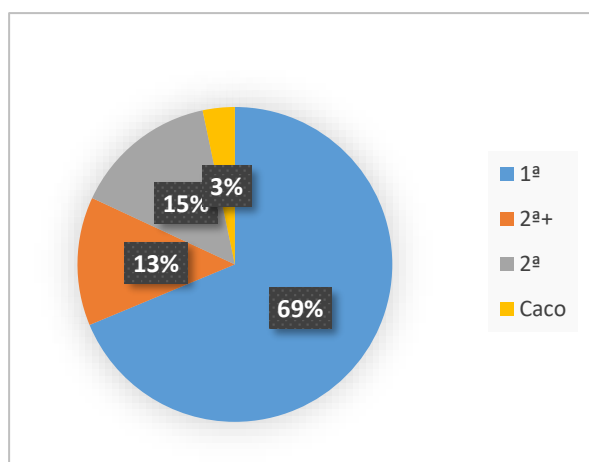


Figura 32: Índices de escolha do mês de fevereiro na unidade 2

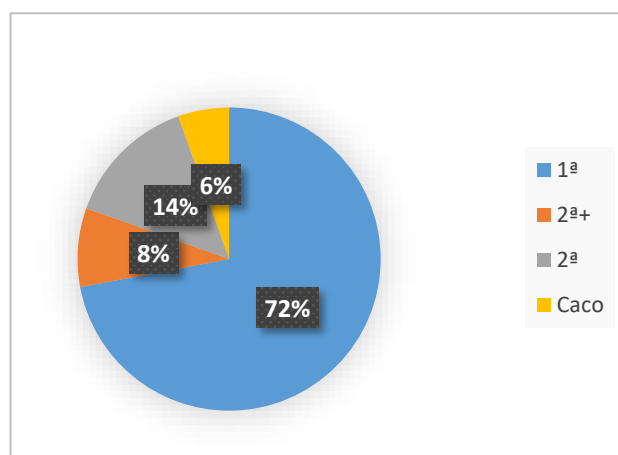


Figura 33: Índices de escolha do mês de fevereiro na unidade 3

Analisando os gráficos circulares acima apresentados (figuras 32 e 33), a unidade fabril 3 apresenta uma maior percentagem de loiça de primeira, no entanto também apresenta uma maior taxa de loiça que vai para o caco.

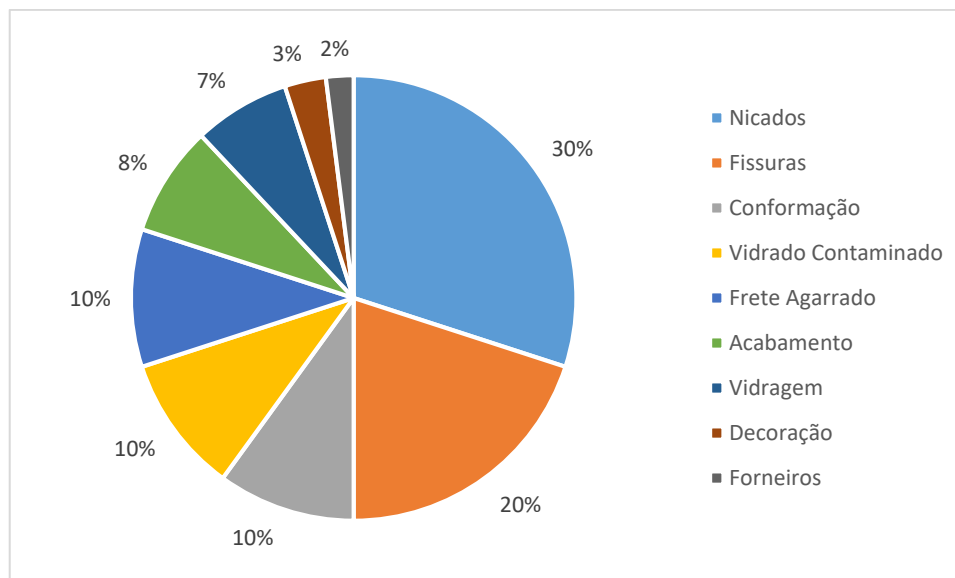


Figura 34: Distribuição de defeitos no mês de fevereiro

A informação apresentada na figura 34 é um resumo geral, que agrega os valores das unidades 2 e 3, de todos os defeitos que levaram à rejeição de loiça em ambas as fábricas. Como se pode verificar, os nicados e as fissuras são os defeitos que aparecem mais vezes, sendo que estes defeitos nem sempre advêm da confeção da peça, mas sim do cuidado das pessoas a transportarem a peça e a trabalharem a peça. Defeitos associados à conformação são os empenos ou peças assimétricas, que resultam da má afinação do molde. Outro defeito que se encontrou várias vezes é o vidro contaminado, podendo a contaminação ser provocada por vários motivos, tais como máquinas mal lavadas, lixo que anda pelo ar ou desleixe das pessoas que não lavam bem as mãos quando colocam/retiram a loiça das máquinas de vidragem.

4.1.4. 7 Desperdícios do *lean* por secção

Um dos objetivos deste projeto era perceber melhor o funcionamento da unidade fabril 3, percebendo onde se encontravam os maiores desperdícios, onde existiam más práticas dos colaboradores e, adicionalmente, quais os métodos mais adequados para alertar as pessoas do mau funcionamento da unidade. Assim sendo, procurou-se no terreno perceber onde se encontravam os sete desperdícios do *lean*.

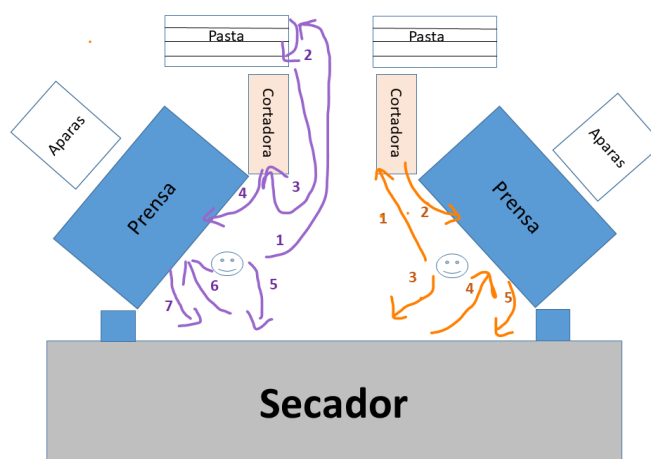
4.1.4.1. Conformação

Através da observação à secção da conformação por prensagem, verificaram-se os desperdícios apresentados na tabela 5.

Tabela 5: Desperdícios na conformação

Categoria	Desperdício
Defeitos	Peças mal conformadas
Espera	Operador aguarda pelo secador
Excesso de produção	Produzir com demasiada antecedência a encomenda
Excesso de inventário	Conformar mais peças que a capacidade de acabamento
Movimentação	Deslocação do operador ao secador Deslocação do operador à máquina de corte Deslocação do operador para reabastecimento do cortador
Sobrep processamento	----
Transporte	Transportar peças para carro

De forma a perceber melhor as movimentações efetuadas pelos operadores, procedeu-se a realização de um esboço onde é possível comparar as movimentações necessárias para o processo de conformação com um possível abastecimento do cortador a meio da conformação (ver figura 35).

**Figura 35:** Movimentações efetuadas pelos colaboradores na unidade 3

Na figura 35 o circuito assinalado a laranja representa as movimentações efetuadas para a conformação por prensagem de uma peça. O operador inicia o processo com uma deslocação ao cortador para pegar na quantidade de pasta necessária, seguindo posteriormente para a prensa, onde irá colocar a pasta obtida anteriormente. Enquanto a peça é prensada, o operador desloca-se ao secador para tirar uma placa que irá transportar a peça da prensa para o secador, seguindo com ela ao longo do mesmo. Este processo termina quando o operador coloca a peça no secador, tendo percorrido uma distância média de 8 metros.

O circuito assinalado a roxo, representa a deslocação do operador à paleta das pastas para abastecer o cortador, sendo que os movimentos que se seguem são iguais aos que foram descritos anteriormente, perfazendo uma distância média de 17 metros.

Como se pode verificar, além do abastecimento ao cortador se realizar poucas vezes, os movimentos assinalados na figura 35 podem demorar cerca de 2 minutos, apesar de o somatório do tempo das tarefas ser de apenas 1,01 minutos. As movimentações apresentadas no circuito laranja, por outro lado, demoram cerca de 16 segundos (tabela 6). Todos os tempos que se encontram aqui referidos foram obtidos através da observação, tendo sido feitas 10 medições.

Tabela 6: Tempos das movimentações na secção de conformação

Movimentações	Tempo (segundos)
Prensa-Secador	3,97
Secador- Prensa	4,69
Prensa-Cortador	3,24
Cortador -Prensa	3,98
Prensa- Paleta Pastas	10,12
Paleta pastas- Cortador	30,49
Cortador- Prensa	4,32

4.1.4.2. Acabamento

Após a observação da secção da conformação, passou-se para o processo seguinte, o acabamento. Utilizando o método anterior, foram listados os vários desperdícios, os quais se encontram apresentados na tabela 7.

Tabela 7: Desperdícios no acabamento

Categoria	Desperdício
Defeitos	Quebra de peças
Espera	Operador aguarda peças do secador Operador aguarda peça do rebarbamento
Excesso de produção	Produzir com demasiada antecedência a encomenda
Excesso de inventário	Rebarbar mais peças que a capacidade de esponjar
Movimentação	Deslocação do operador ao secador Deslocação do operador ao carro Deslocação do operador ao final da passadeira
Sobrep processamento	Acabar demasiado a peça (além do necessário)
Transporte	Transportar peças para carro Transportar peças para parque

Posteriormente, passou-se à análise das movimentações efetuadas pelos colaboradores na secção do acabamento, que podem ser vistas na figura 36.

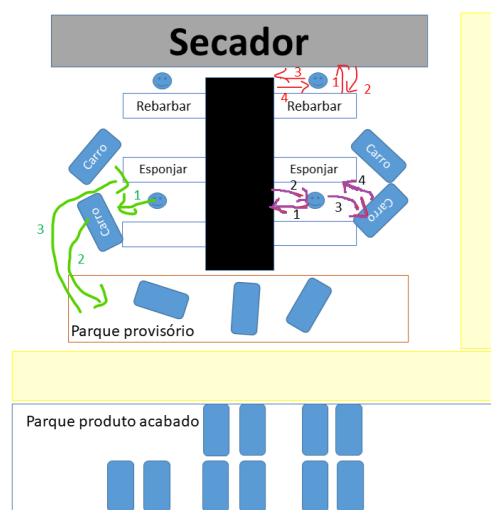


Figura 36: Movimentações efetuadas pelos operadores do acabamento na unidade 3

O circuito assinalado a vermelho, representa as movimentações efetuadas pelo operador que se encontra a rebarbar. Este desloca-se do seu local de trabalho ao secador para retirar a loiça que se encontra seca, indo colocar essa loiça em cima da sua bancada. De seguida, à medida que vai terminando, vai colocando a loiça na passadeira que irá alimentar o operador que se encontra a esponjar.

Em relação ao circuito indicado a roxo, este mostra as movimentações realizadas pelo operador que efetua a tarefa do esponjamento. Este operador pega na peça que se encontra na passadeira, esponja a peça e coloca-a num carro que se encontra perto de si. O carro é virado pelo operador responsável pela secção do acabamento.

O circuito que se encontra a verde só acontece quando o carro se encontra completamente cheio. Nesta situação, o operador que efetua o esponjamento desloca o carro para o parque provisório, sendo este posteriormente levado pelo responsável da secção de acabamento, para o parque de produto acabado (representado também na figura 36).

Tabela 8: Tempos das movimentações efetuadas na secção de acabamento

Movimentações	Tempo (segundos)
Posto de Rebarbamento- Secador	3,14
Secador- Posto de Rebarbamento	20,24
Posto de Rebarbamento- Passadeira	0,32
Passadeira- Posto de Rebarbamento	0,15
Tempo de deslocação entre postos	3,4
Passadeira- Posto de Esponjamento	18
Posto de Esponjamento- Carro	2,26
Carro- Posto de Esponjamento	1,98
Carro- Parque Provisório	72,37
Parque Provisório -Posto de Esponjamento	48,12

Os tempos que se encontram apresentados na tabela 8, foram obtidos através da observação, com a ajuda de um cronómetro, movimento a movimento, tendo sido retiradas 10 medições.

4.1.4.3. Vidragem

Através da observação ao processo de vidragem nas máquinas circulares, procedeu-se à listagem dos desperdícios apresentados nesta secção (ver tabela 9).

Tabela 9: Desperdícios na vidragem

Categoria	Desperdício
Defeitos	Quebra de peças Peças mal vidradas
Espera	Esperar pela peça vidrada Esperar pelos carros
Excesso de produção	Vidrar quantidades desnecessárias
Excesso de inventário	Vidrar mais que a quantidade tolerada pelo forno
Movimentação	Ir buscar peças ao carro Colocar carros vazios de lado Colocar carros de loiça junto à máquina
Sobrep processamento	Acabar demasiado a peça (além do necessário)
Transporte	Transportar carro para a vidragem Transportar vidro Transportar peças para parque (forno)

Dado que as secções de vidragem e de escolha foram as últimas a serem estabilizadas, devido ao facto de existirem poucas pessoas com formação adequada para efetuar os trabalhos propostos, não foi possível identificar as movimentações em ambas as secções.

Em relação à secção da decoração, quando este estudo foi efetuado esta encontrava-se agregada à vidragem, ou seja, a loiça era decorada no tapete seguindo para a máquina de vidragem, não tendo sido possível fazer uma análise à parte da fase da decoração.

4.2. Metodologia *SMED* aplicada à troca de moldes nas prensas

Uma prensa RAM corresponde a uma máquina usada para conformar peças, tendo como matéria-prima argilas. Esta máquina confere uma forma plástica através da compressão entre dois moldes porosos, sendo os moldes de gesso os mais utilizados.

4.2.1. Contextualização da situação

A filosofia *lean manufacturing* e a ferramenta SMED serão os métodos aplicados na redução de tempos de *setup* nas prensas RAM. Com a aplicação destes conceitos, pretende-se reduzir o *setup*, melhorando o processo, procurando aumentar a produtividade, e fazendo o balanceamento e padronização das tarefas necessárias à troca dos moldes.

Depois de determinado o fluxo do valor acrescentado no produto final, voltou-se ao chão de fábrica para analisar melhor o processo, de forma a encontrar problemas no processo principal. Assim sendo, verificou-se na secção de conformação, mais propriamente na zona das prensas, que a troca de moldes não demorava os 15 minutos estipulados pelas chefias, mas sim cerca de 26:16 minutos. De salientar que este tempo médio foi calculado através dos dados apresentados no anexo I, sendo importante referir que todos estes valores foram retirados com base na observação (figura 37).

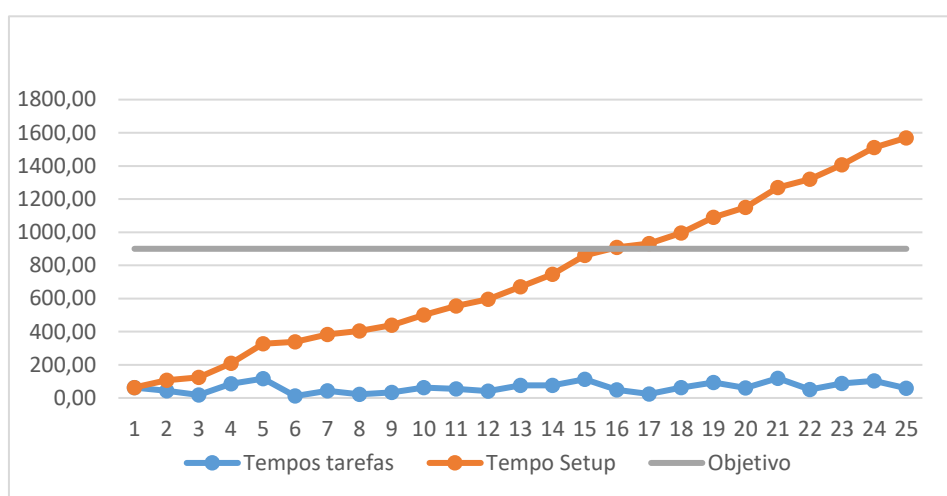


Figura 37: Tempos de *setup*

A necessidade de troca de molde surge frequentemente devido ao desgaste relativamente acentuado do molde de gesso durante a conformação, dado que este tipo de moldes apenas permite a produção de cerca 600 peças. Uma vertente deste tipo de molde é a possibilidade de produzir em pequenas quantidades com formas muito variáveis, permitindo assim uma resposta mais rápida ao pedido do cliente.

De forma a perceber melhor o impacto do problema é importante referir que a secção de conformação da unidade fabril 2 é constituída por onze prensas RAM, sendo que em média são trocados sete moldes por dia enquanto que a unidade fabril 3 é constituída por seis prensas RAM e são trocados, em média, por dia cinco moldes, valores estes calculados segundo as folhas de produção diária dos colaboradores da secção da prensagem.

Como se pode verificar na tabela 10, e tendo em atenção o objetivo proposto, a diferença entre o tempo gasto e o previsto é muito superior ao ideal. Sabendo que o preço médio de venda de uma peça é de 3,5 € e que a unidade fabril 2 produz por hora cerca de 145 peças, devido ao facto de não haver um *setup* controlado, a empresa perde por dia cerca de 661,67 €. Avaliando a unidade fabril 3, esta produz por hora, em média, 111 peças pelo que, considerando o preço referido anteriormente, a

empresa perde por dia 361,31 €. De uma forma global, a organização desperdiça, em média por dia, só nestas duas unidades e apenas nos *setups* das prensas, 1022 €.

Tabela 10: Comparação de *Setups* entre as unidades 2 e 3

Unidade fabril	Número médio de moldes	Tempo médio real (min)	Tempo ideal (min)	Diferença de tempos
2	7	183,12	105	78,12
3	5	130,8	75	55,8

4.2.2. Fluxograma da troca de moldes na prensa

A troca de molde pode ser feita por três motivos: necessidade de mudar de referência; molde quebrado sendo que, neste caso, a troca deve ser imediata; ou desgaste do molde. Como já foi referido anteriormente, um molde de gesso só tem capacidade para produzir, em média, cerca de 600 peças.

De um modo geral a troca de *setup* é feita como mostra o fluxograma abaixo apresentado na figura 38.

Como se pode verificar, o *setup* inicia-se assim que o operador responsável pela secção se apercebe dessa necessidade. As tarefas de *setup* são efetuadas por este operador com a colaboração do operador da prensa que está a ser intervencionada.

A primeira tarefa a ser feita é ir buscar ao porta-paletes retirar o caixote das aparas sendo que, se este se encontrar cheio, vai para a fieira vindo de lá um caixote vazio que será colocado perto da prensa. Caso não haja necessidade de esvaziar o caixote, este vai ser colocado perto da prensa, de modo a facilitar o acesso ao molde.

Terminada esta tarefa, o operador vê se precisa de pasta e, se for necessário, ele vai ao *stock* das pastas e carrega a pasta adequada para o processo. Enquanto o responsável pela troca vai ao *stock* de pastas, o operário da prensa desloca-se às extremidades da prensa para pegar nos utensílios de limpeza, procedendo depois à limpeza do espaço. O próximo passo é desapertar os parafusos inferiores do molde. Concluída esta tarefa é necessário baixar a prensa sendo agora os parafusos superiores desapertados. Após isto, o molde é transportado para o porta-paletes, sendo armazenado na prateleira dos moldes. Depois de arrumado o molde que foi retirado da prensa o operador vai procurar o novo molde enquanto que o operador da prensa limpa a prensa e coloca óleo.

Posteriormente, o molde novo vai ser arrastado para a prensa, sendo de seguida apertados só os parafusos inferiores, baixando-se a prensa e apertando-se os parafusos superiores.

Enquanto o operador da prensa molha o molde com água e o limpa, o operador responsável da secção verifica se todos os valores do comando da prensa estão bem e afina o cortador (o manual ou o automático). Depois de retirada a água do interior do molde, é feita a primeira peça sendo esta analisada para ser verificado se preenche os requisitos especificados na ficha técnica. Caso não se

encontre em conformidade é necessário acertar a peça e só quando a peça tem as características pretendidas é que arranca a produção.

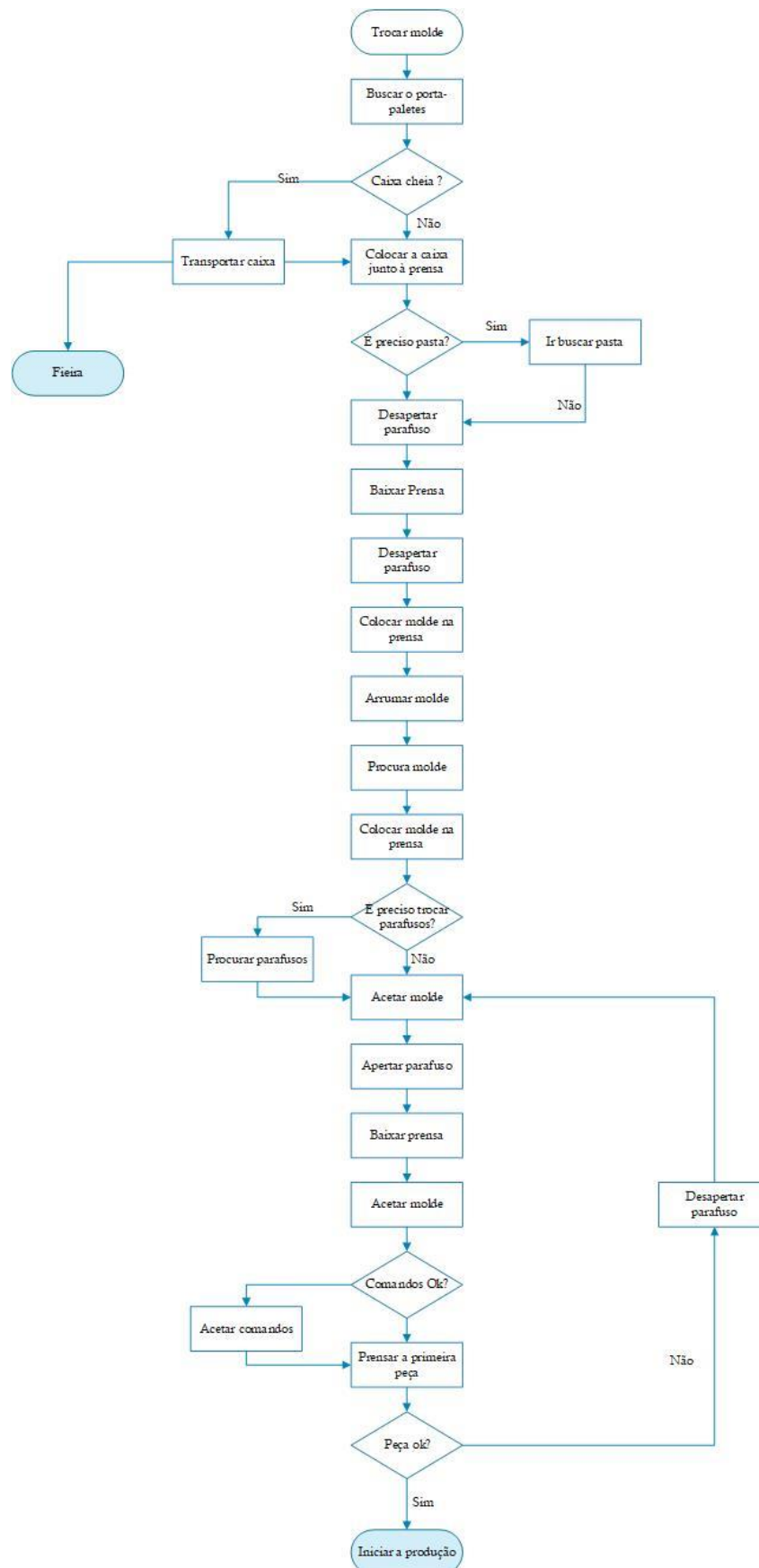


Figura 38: Fluxograma referente à troca de molde

4.2.2.1. Diagrama de *Spaghetti*

Para perceber os movimentos e as distâncias percorridas pelos operadores envolvidos neste processo, utilizou-se o diagrama de *spaghetti* (ver figura 39).

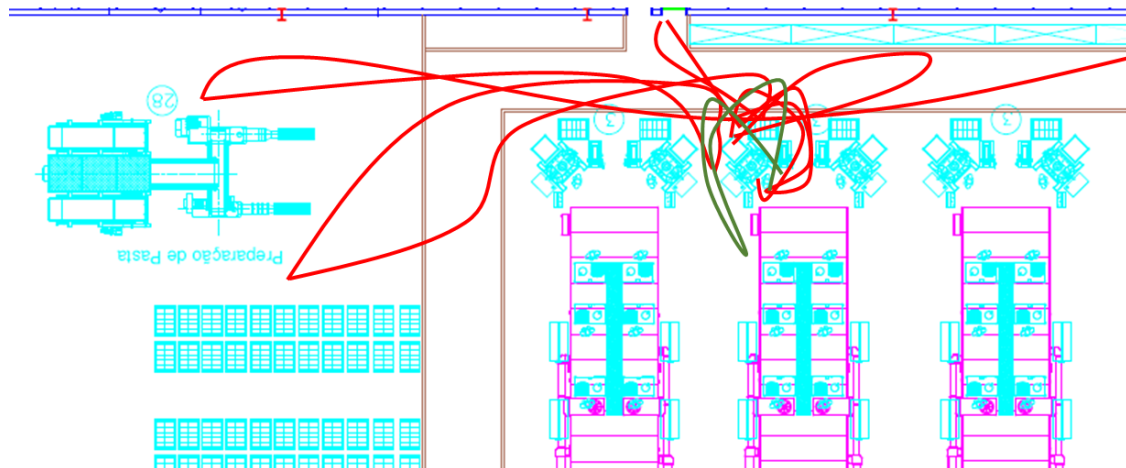


Figura 39: Diagrama de *spaghetti*

O circuito traçado a vermelho, representa o percurso realizado pelo operador responsável pela troca de moldes quando efetua o *setup*. O responsável assim que se depara com a troca, procura o porta-paletes e dirige-se à prensa, de seguida vai à preparação de pasta para deixar o caixote de aparas cheio e retorna com um caixote vazio, colocando este junto ao lado lateral da prensa. Posteriormente, o mesmo operador desloca-se ao *stock* de pastas onde irá pegar na paleta que necessita e volta para junto da prensa. De seguida, esse operador desloca-se à sua caixa de ferramentas, que se encontra junto à prateleira dos moldes, e procede à remoção do molde da prensa. Assim que este se encontra em cima do porta-paletes, vai ser armazenado no local assinalado para este fim, seguidamente procura o molde que deseja e volta à prensa para terminar o serviço. Atualmente o operador percorre 250 metros, durante o *setup*, para efetuar todas as tarefas. É de salientar que todas as secções envolvidas no processo se encontram a menos de 10 metros umas das outras.

O circuito assinalado a verde, representa o percurso feito pelo operador da prensa durante o *setup*. Enquanto o operador responsável executa as suas tarefas, este apenas aproveita o tempo para limpar o espaço e colocar óleo na prensa para facilitar as trocas. Neste caso, o operador não anda mais do que 50 metros para realizar as suas tarefas.

4.2.2.2. Diagrama de causa-efeito

Antes de se passar para a aplicação de uma metodologia *lean*, neste caso o *SMED*, foi necessário perceber quais as causas que estão ligadas a este problema, de forma a encontrar as ações de melhoria adequadas tanto ao processo como às pessoas (ver figura 40).

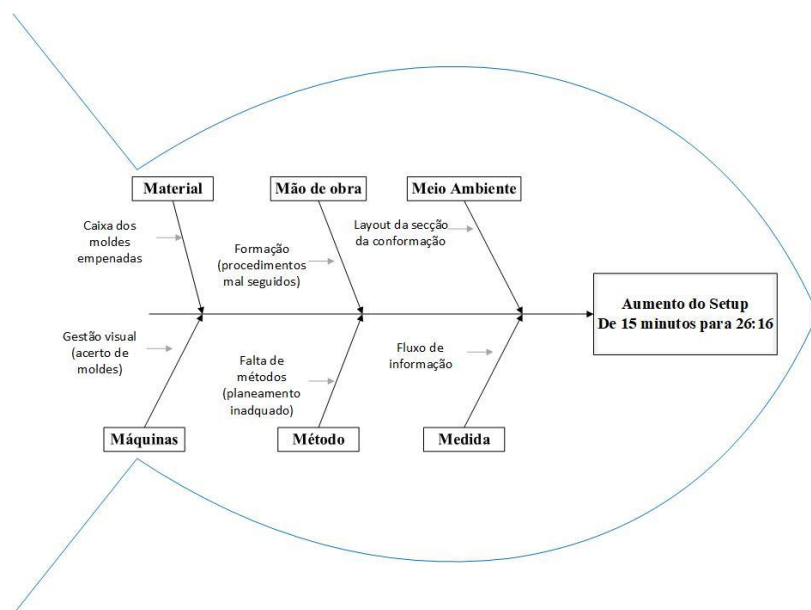


Figura 40: Diagrama de causa-efeito relativo ao aumento do tempo de *setup*

Como se pode verificar no diagrama representado na figura 40, sob o ponto relativo ao “material” verifica-se que o material mais importante no processo, nomeadamente as caixas dos moldes metálicas se encontram bastante empenadas, o que dificulta o acerto do molde.

Relativamente à mão-de-obra, os colaboradores responsáveis pela troca não têm todos a mesma experiência e os elementos mais recentes têm pouca formação e não utilizam, frequentemente, os métodos corretos. Quanto ao meio ambiente, a prateleira onde os moldes se encontram armazenados (figura 41) não possui as dimensões adequadas para o armazenamento, isto porque a prateleira apresenta uma profundidade elevada, ou seja, em vez de se armazenar um molde por palete, são armazenados dois, dificultando o transporte da paleta para o porta-paletes.

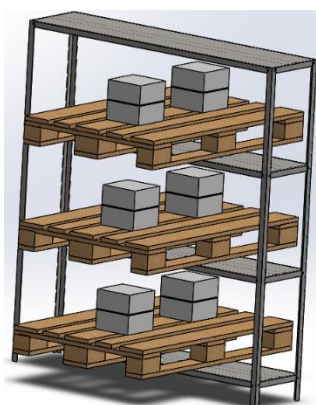


Figura 41: Desenho da prateleira atual de armazenamento

Analisando agora a máquina, é possível verificar que a ausência de marcas visuais impossibilita um rápido acerto do molde, não havendo nada assinalado, o molde é colocado em cima da prensa a

“olho”. Como já foi referido anteriormente, as pessoas responsáveis pela troca de moldes não têm todas a mesma experiência nem formação, o que faz com que não haja um método para efetuar as trocas. Cada pessoa efetua a troca da forma que lhe dá mais jeito e o planeamento não é o mais adequado para efetuar uma troca de ferramentas rapidamente. Quanto ao conceito “medida”, o fluxo de informação entre operadores é quase inexistente sendo que, por exemplo, o operador responsável pela secção não tem noção da quantidade de peças que o operador da prensa conformou e se será necessário mudar o molde em breve.

Uma vez detalhado o problema, verificou-se que a falta de formação adequada e a ausência de fluxo de informação são os fatores mais críticos neste problema. Assim sendo, as medidas que serão pensadas para este problema são baseadas nas conclusões anteriores.

4.2.2.3. Aplicação da metodologia *SMED*

Etapas 1: De forma a perceber o porquê de o valor de *setup* ser tão superior ao proposto, foi necessário voltar ao chão de fábrica, onde foi observado o processo várias vezes tendo sido retirados os tempos que se encontram no anexo J.

Etapas 2: Tendo conhecimento de todas as tarefas e processos, procedeu-se à classificação das tarefas (tabela 11) e verificou-se a inexistência de tarefas pré-*setup*, ou seja todas as tarefas são feitas com a prensa parada. Além da listagem das tarefas e respetiva classificação, na tabela também é possível ver a duração média das mesmas, em segundos (ver anexo J).

Tabela 11: Listagem de tarefas de *setup* e pós-*setup*

Ordem	Tarefa	Setup	Pós-Setup	Tempo Médio (seg)
0	Espera			63,45
1	Procurar porta-paletes	X		43,54
2	Tirar caixa de pasta	X		17,18
3	Levar a caixa de pasta para a feira	X		85,92
4	Trocar/abastecer pasta	X		117,31
5	Tirar ar comprimido	X		11,41
5	Procurar ferramentas	X		43,77
6	"Desapertar" parafusos	X		22,57
7	Baixar prensa	X		33,54
8	Desapertar parafusos	X		61,74
8	Colocar molde no porta-paletes	X		54,34
9	Levar molde para estante	X		40,49
10	Colocar óleo na prensa	X		42,15
11	Arrumar molde	X		75,10
12	Procurar molde	X		76,66
13	Colocar molde no porta-paletes	X		112,35
14	Colocar molde na prensa	X		48,57
15	Apertar parafuso	X		24,15
16	Baixar prensa	X		63,04
17	Acertar molde	X		94,30
18	Colocar ar comprimido	x		11,86
18	Apertar parafuso	X		61,30
19	Molhar molde	X		119,01
20	Verificar programação da prensa	X		49,98
21	Prensar a primeira peça	X		86,93
22	Fazer controlo	X		103,73
23	Começar a produção	X		59,27
24	Arrumar ferramentas		X	
25	Arrumar porta-paletes		X	

Nota: As tarefas que se encontram assinaladas a azul são feitas ao mesmo tempo, mas por operadores diferentes.

Etapa 3: Como se pode observar na figura 42, as tarefas sinalizadas a laranja são tarefas internas que podem passar para externas, permitindo assim uma diminuição teórica de 8,42 minutos, passando o tempo de *setup* para cerca de 17 minutos. Se esta diminuição fosse atingida, na organização 2 produzir-se-iam, em média, mais 142 peças por dia, perfazendo um total de 498,53 euros por dia. Já na unidade 3 seria possível produzir mais 77 peças em média por dia, permitindo um ganho de 272,59 euros por dia.

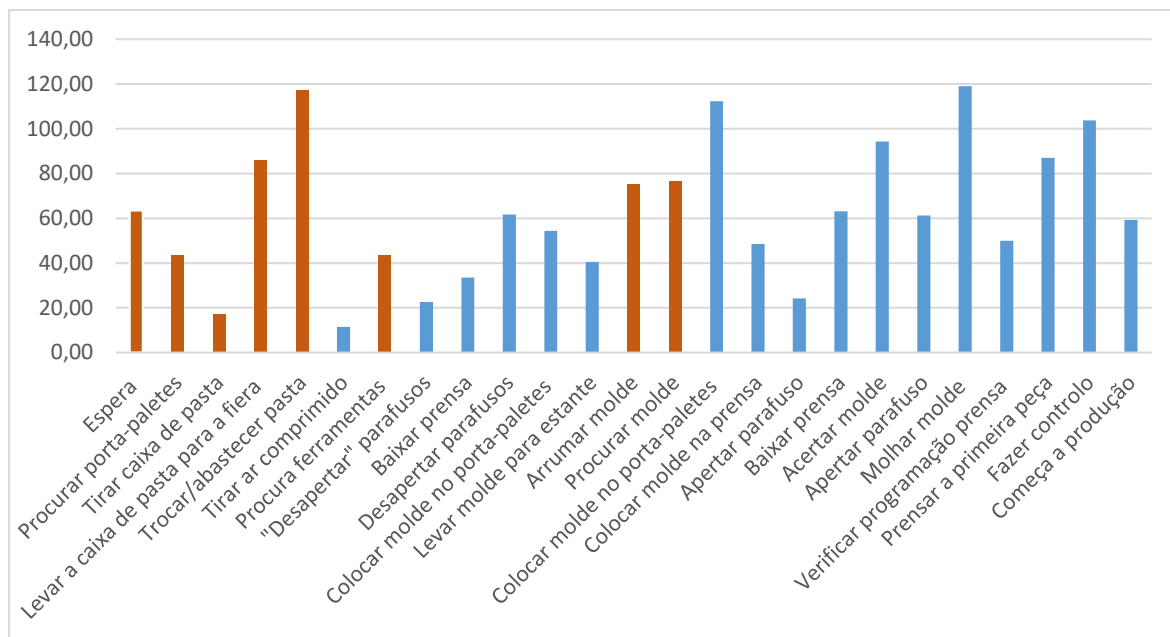


Figura 42: Classificação e distribuição das tarefas

As soluções pensadas para tornar estas tarefas externas, são soluções práticas, fáceis de aplicar e com baixos custos.

Para se evitar que a prensa esteja parada, à espera do colaborador responsável pela troca do molde, evitando o tempo de espera assinalado na figura 42, poder-se-ia colocar na prensa um gancho, como se pode ver na figura 43, com uma folha amarela, assim que faltassem cerca de 50 peças para terminar a encomenda. Esta folha teria como intuito alertar o operador que, dentro de 30 minutos, seria necessário mudar aquele molde. Em caso de molde quebrado, o operador teria de colocar a folha vermelha de forma a alertar o responsável pela troca, evidenciando assim a necessidade urgente da mudança daquele molde.



Figura 43: Solução para a espera

Durante os 30 minutos que o operador tem disponíveis para preparar a troca do molde, este deve começar a preparar as tarefas, ou seja, deve começar por confirmar se a pasta que está a ser usada pode ser usada na referência que vai entrar e, caso não dê para ser usada ou na inexistência de pastas, pode deslocar-se ao *stock* de pastas e abastecer a prensa. Outra tarefa que ele pode realizar, é verificar se o caixote das aparas se encontra cheio e fazer a substituição por um vazio. Por último deve de procurar e preparar o molde necessário para o produto que vai entrar na prensa assim como as ferramentas que vai utilizar.

A arrumação do molde usado deveria passar para uma tarefa pós-*setup*, isto é, durante o *setup* este deveria ser colocado num local de fácil acesso, de modo a não perturbar a troca. Uma vez que o operador responsável só efetua a tarefa de trocar moldes assim como o controlo de produção, tem tempo para arrumar este molde no local indicado após a conclusão da preparação da prensa.

Etapa 4: Para diminuir as tarefas internas, uma solução seria aplicar gestão visual, ou seja, as caixas metálicas só deveriam ter até três tamanhos, e cada caixa teria uma cor diferente. Na prensa iria estar assinalado o local exato onde o molde teria de ser colocado, ou seja, as marcas que iram aparecer no molde teriam as mesmas cores que as caixas deste molde, o que facilitaria o trabalho do operador ao acertar o molde quando o coloca em cima da prensa. Outra solução seria utilizar um porta-paletes com dois ganchos com a possibilidade de rotatividade, onde seria possível trocar os moldes sem haver a necessidade de deslocamento á estante para arrumar o molde usado.

Etapa 5: Para diminuir as tarefas externas, as prateleiras que servem de suporte para os moldes deveriam ter metade da profundidade atual, de forma a acomodar apenas um molde por palete e não dois. O objetivo dessa prateleira seria proporcionar um melhor campo visão ao operador devendo os moldes estar arrumados consoante o planeamento cedido.

A utilização de um quadro de produção também poderia auxiliar o operador da prensa assim como o operador responsável pela secção. A informação que deveria aparecer neste quadro inclui as referências que estão a ser conformadas em cada prensa, qual a quantidade a produzir e qual a quantidade que foi produzida (valor a atualizar de hora a hora). Neste quadro também deveria constar qual a referência que irá entrar a seguir para a prensa, assim que esta termine de conformar as quantidades desejadas da referência que se encontra na prensa.

4.3. Problema nas Asas

Após efetuado um *gemba walk*, verificou-se a ausência de fluxo de informação entre postos de trabalho, como por exemplo, a data de conformação no posto de colagem, número de quebras na colagem e quais os principais motivos dessas quebras. A figura 44 descreve o fluxo das asas desde a receção até à colagem.

4.3.1. Processo produtivo das asas

O fluxograma da figura 44 mostra, de forma esquematizada o processo produtivo das asas, desde a conformação até à colagem.

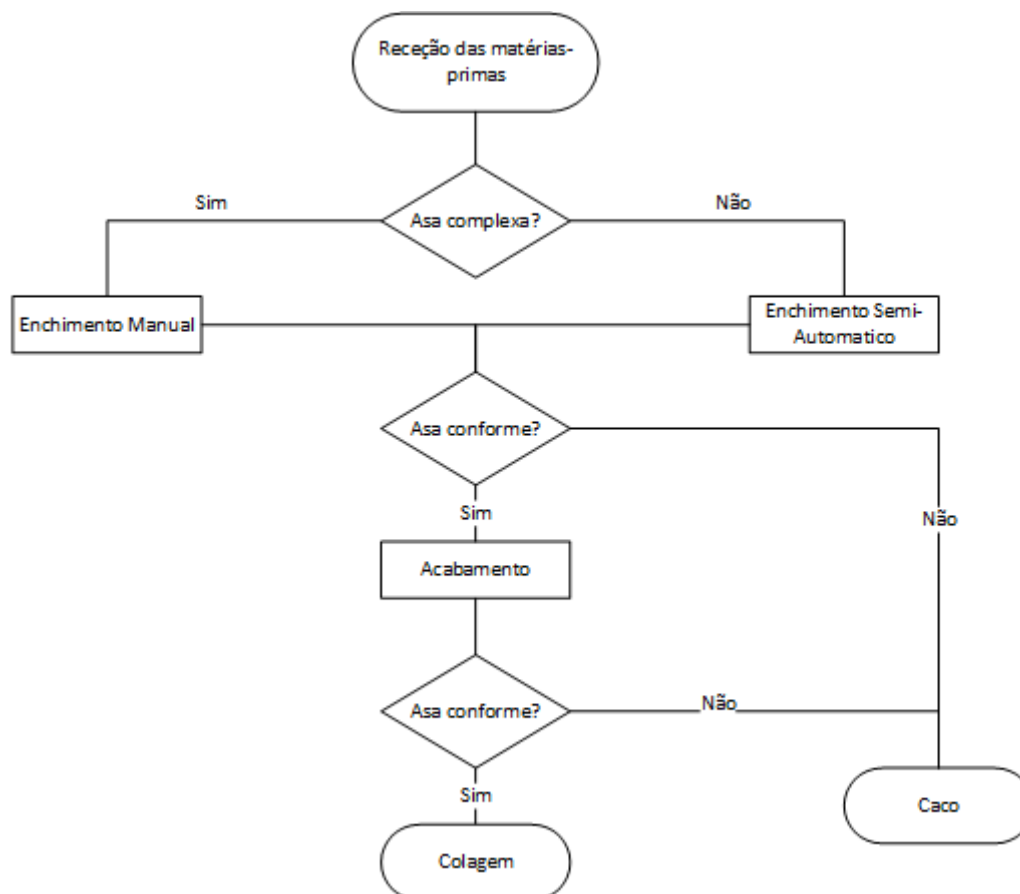


Figura 44: Fluxograma do processo de conformação das asas

O processo de conformação das asas pode ser feito de duas formas distintas, sendo que o que define o processo é a complexidade da mesma.

Se a asa a ser conformada for bastante complexa, ou seja, uma asa com muitos relevos, esta será conformada pelo processo de conformação manual. Este processo é feito na bancada, as formas são colocadas em cima desta e são preenchidas, uma a uma, com a barbotina. Ao fim de mais ou menos trinta minutos, o operário irá verificar se houve formação de parede. Caso esta se tenha formado, as formas são viradas ao contrário de forma a vazar os restos de pasta líquida que existe dentro das formas, permitindo uma melhor desenforma. As asas são colocadas numa caixa que será levada para o processo seguinte.

Se a asa for de complexidade baixa, ou seja, com poucos relevos e detalhes, esta será conformada na máquina semi-automática de enchimento. Aqui o operador coloca as formas na máquina em forma de casulo (figura 45) e abre a torneira da barbotina para encher os casulos e, assim que se encontrem cheios, fecha a torneira. A máquina demora trinta minutos a dar a volta, ou seja, a formar as asas e, assim que o casulo chegue ao operador, este vai retirar as asas das formas (figura 46) e colocá-las numa caixa que será transportada para o processo seguinte.



Figura 46: Enchimentos dos casulos Retirar asas da forma



Figura 45: Retirar asas da forma

Uma vez conformadas as asas, é necessário retirar tudo aquilo que não faz parte da asa, as rebarbas (figura 47) e os canhões de enchimentos (figura 48), sendo a eliminação destes elementos feita no processo acabamento (figura 49). A diferença do acabamento das asas para o resto da loiça, é que aqui a loiça é acabada em verde e só é esponjada se esta apresentar alguma deformação que seja possível eliminar com a esponja.



Figura 47: Corte do canhão



Figura 48: Rebarbamento da asa



Figura 49: Asa sem acabamento, asa com acabamento

Depois de acabadas as asas encontram-se em condições de serem coladas no processo seguinte (ver figura 50).



Figura 50: Colagem da asa

4.3.2. Ação de melhoria implementada

De forma a combater a falta de fluxo de informação entre os postos de trabalho, foram desenvolvidas as etiquetas que se apresentam na figura 51. Um importante problema detetado correspondia ao tempo que as pessoas perdiam a cortar papéis, tanto na conformação como no acabamento e, ainda assim, era impossível saber quando é que tinham sido conformadas as asas. Assim, os operadores da secção da colagem levavam as caixas das asas com as datas de acabamento mais antigas e não as da conformação. Para além do desenvolvimento destas etiquetas que possuem tanto a data de conformação como de acabamento e a sua respetiva referência, foi definido um índice de cores, isto é, cada dia da semana tem uma cor associada, ou seja, todos os dias os operadores responsáveis pela conformação preenchem as etiquetas com a cor correspondente.

Ref: _____	
Conformação	Acabamento
Data: _____	Data: _____
Opr: _____	Opr: _____
Qtd: _____	Qtd: _____

Figura 51 : Etiqueta aplicadas na conformação das asas

4.3.3. Resultados

Apesar de não existirem dados históricos, com a implementação da solução apresentada em cima, verificou-se a inexistência de caixas de asas na estante da conformação com uma data superior a três semanas e, à medida que esta prática entrou no quotidiano dos colaboradores envolvidos neste processo, verificou-se que nunca mais foram deixadas caixas de asas conformadas fora.

Outro aspeto que melhorou foi o facto os colaboradores da colagem não perturbarem o trabalho dos colaboradores do acabamento para fazer o abastecimento à linha pois, através das etiquetas, tornou-se mais fácil a localização das caixas a sair.

A implementação deste método veio facilitar o trabalho de todos os operadores envolvidos. Na conformação e no acabamento os operários deixaram de cortar papéis, sendo necessário apenas tirar as etiquetas com a cor do dia da semana e preenchê-las (ver figura 52).



Figura 52: Antes da implementação



Figura 53: Depois da implementação

5. CONCLUSÃO

5.1. Reflexões do trabalho realizado

Analisando o projeto apresentado e desenvolvido na organização, os objetivos iniciais não foram alcançados com o sucesso pretendido. Isto deveu-se ao facto de ter haviado um atraso no arranque da unidade fabril 3, unidade escolhida pela empresa para desenvolver a maioria do projeto.

Apesar das circunstâncias, foi possível fazer um bom levantamento de dados, permitindo assim a identificação de problemas bastante prejudiciais para a organização, que até á data eram considerados como pequenos contratempos.

O desenvolvimento deste projeto permitiu confirmar que a construção da unidade 3, tendo contas os problemas identificados nas unidades anteriores, fez com que esta última fosse mais eficiente utilizando menos recursos e processo produtivos mais automatizados.

5.2. Sugestões para o futuro

Um problema que se identificou na unidade 3, que não foi nomeado anteriormente é o tempo de *setup* numa máquina circular de vidrar, o qual pode variar entre 45min a 1,5 horas. De cada vez que se muda de vidro, é necessário lavar todos os componentes da máquina, de forma a evitar contaminações e o acerto da máquina também pode variar entre 15 a 30 minutos. Esta organização é conhecida pela grande diversidade de vidrados que oferece aos seus clientes, o que faz com que a troca de vidro se faça várias vezes ao dia. Isto acontece uma vez que é comum o mesmo vidrado estar a ser usado em mais do que uma unidade fabril o que impede ao pessoal da preparação do vidrado um controlo de consumos.

Uma medida pensada para este problema passa pela divisão em família de produtos pelas 3 unidades por cores, o que irá possibilitar um maior controlo de produção, a produção ocorrerá apenas para aquelas gamas de cores, e existirá a possibilidade de as peças contaminadas poderem diminuir.

Para além dos problemas referidos anteriormente verificou-se que, na unidade 3, as máquinas circulares paravam muitas vezes para efetuar ensaios de gramagem. Uma vez detetado este problema, começou por se registar todas as vezes que a máquina parava, assim como a quantidade de peças vidradas para ensaios e o tempo que demorava. Na tabela que se segue é possível ver a quantidade de peças que foram vidradas, o tempo que foi gasto, o custo associado e a percentagem de tempo que a máquina esteve parada no mês de abril e nos primeiros 15 dias de maio.

Tabela 12: Ensaios de gramagens, unidade 3

Mês	Ensaios	Quantidade total	Tempo (min)	Custo (€)	Máquina Parada (%)
Abril	55	1100	1265	2915	6,56
Maio	32	640	736	1696	7,5

Perante os dias de trabalho durante o mês de abril (cerca de 20 dias), registaram-se 55 ensaios o que correspondeu a uma quantidade de 1100 peças vidradas, tendo um custo associado de 2.915 euros. É importante referir que a máquina se encontrou parada 21 horas ao longo do mês de abril.

Relativamente ao mês de maio, até á data de conclusão do estágio, registaram-se 32 ensaios de gramagem, ou seja, foram ensaiadas 640 peças tendo um custo associado de 1696 euros.

Acredita-se que o número de ensaios não vai diminuir, isto porque todos dias entram peças novas ou vidrados para a produção e é extremamente necessário efetuar este tipo de ensaios para determinar aquilo que o cliente realmente pretende. Assim sendo, tendo em conta os valores anteriores e supondo que ao fim de um ano tenham sido vidradas 14 160 peças, estima-se um custo total de 37.524 euros. O tempo a que a máquina se encontra parada para ensaios, se estivesse a vidrar peças para a produção, ao fim de um ano teriam um lucro de 12.036 euros.

Esta organização além de ensaios de vidragem, realiza também ensaios de peças para levar a feiras internacionais, sendo bastante frequente ver as máquinas a efetuar estes ensaios ao longo do mês de fevereiro. Foi feito um levantamento de dados e verificou-se que em fevereiro de 2017, foram ensaiadas 6224 peças, tendo um custo associado de 16.493 euros. Caso estas peças tivessem saído para a produção, a organização teria um lucro de 5.290 euros a mais no mês de fevereiro.

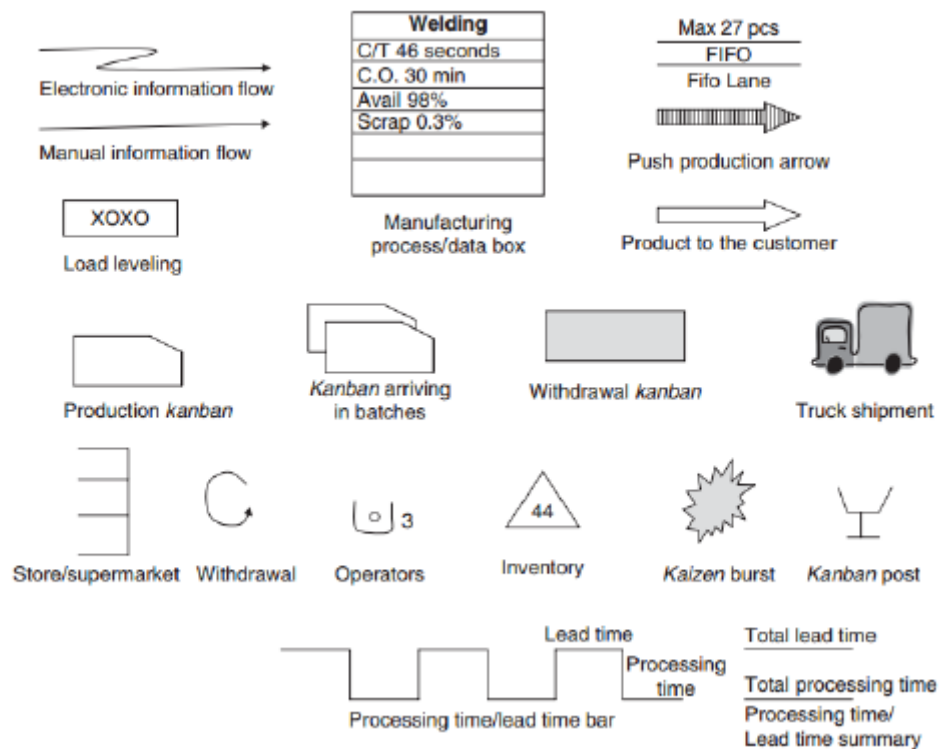
Feitas as contas e tendo em conta a quantidade de peças que serão vidradas para ensaios ao fim do ano, a organização perde 17.326 euros por ano. Assim sendo, a medida pensada para desocupar as máquinas com ensaios, passaria por adquirir uma máquina de vidragem circular mais pequena e inseri-la na secção das amostras. Sabendo que a máquina custa cerca de 50.000 euros e tendo em conta os dados acima referidos, ao fim de 3 anos a máquina estaria paga. A aquisição desta máquina, não tem apenas como finalidade a diminuição dos tempos de paragem das máquinas circulares, mas também permitir que quando uma peça nova saia para a produção, já sejam conhecidos os requisitos dos clientes. Isto irá permitir uma maior eficiência por parte da secção da escolha, uma vez que neste momento ficam imensas peças no parque por escolher devido ao facto de não se saber ao certo aquilo que o cliente pretende.

6. Bibliografia

- Bonney, M. C., Zhang, Z., Head, M. a., Tien, C. C., & Barson, R. J. (1999). "Are push and pull systems really so different?" *International Journal of Production Economics*, 59(1).
- Chiarini, A. (2013). "Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office." Springer.
- Hagemeyer, C., Gershenson, J. K., & Johnson, D. M. (2006). "Classification and application of problem solving quality tools: A manufacturing case study". *The TQM Magazine*, 18(5), 455–483.
- Holweg, M. (2007). "The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*", 25(2), 420–437
- Howell, V. W. (2013). "Value Stream Mapping." *Ceramic Industry* 163(8): 24-26.
- João Baptista, Darlindo Lucas," *Introdução à tecnologia cerâmica*", Universidade de Aveiro.
- Kenworthy, J., & Little, D. (1995). *When Push Comes to Shove is MRPII Infinite Push or Finite Pull?* *National Geographic Magazine*
- Knechtges, P., & Decker, M. C. (2014). "Application of kaizen methodology to foster departmental engagement in quality improvement". *Journal of the American College of Radiology : JACR*, 11(12 Pt A), 1126–30.
- Liker, J. K. (2004). "The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer". New York: McGraw-Hill.
- Montgomery, D.C. (2009). "Statistical quality control: a modern introduction" (6^a ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Ohno, T., (1988). "Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production". Productivity Press, Cambridge.
- Oliver, N., Schab, L. and Holweg, M. (2007). "Lean principles and premium brands: conflict or complement?" *International Journal of Production Research* 45(16): 3723-3739.
- Ortiz, C. (2008). "Lean Manufacturing as a Growth Creator." *Ceramic Industry* 158(8): 19-23.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). "Application of lean visual process management tools". *Production Planning & Control*, 17(1).
- Pavnaskar, S. J., Gershenson J.K and Jambekar A.B (2003). "Classification scheme for lean manufacturing tools." *International Journal of Production Research* 41(13): 3075-3090.
- Pinto, J. P. (2009). "Pensamento lean: a filosofia das organizações vencedoras". LIDELEdições Técnicas, Lda.
- Remedi-Brown, F. (2014). "Toyota Production System Standards Lowered?" Retrieved January 2, 2015,

- Ringen, G., Aschehoug, S., Holtskog, H., & Ingvaldsen, J. (2014). “*Integrating quality and lean into a holistic production system*”. *Procedia CIRP*, 17, 242–247.
- Shah, R. and P. T. Ward (2003). “*Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance.*” *Journal of Operations Management* 21(2): 129-149.
- Shingo, S (1996), “*Quick Changeover for Operators: The Smed System*”; New York: Productivity Press
- Shingo, S. (1998), “*Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous*”
- Shingo, S. (2000), “*Sistemas de Troca Rápida de Ferramentas: Uma revolução nos sistemas produtivos*”.
- Stevenson, W. J. (2012). “*Operations Management.*”
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. M. S. (2014). “*A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques*”. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. Villa, A., &
- Tezel, B., Koskela, L. and Tzortzopoulos, P. (2009), “*The functions of visual management*”.
- Watanabe, T. (1993). *Production management: Beyond the dichotomy between “push” and “pull” Computer Integrated Manufacturing Systems*, 6
- Wilson, L. (2010). “*How to implement lean manufacturing*”. McGraw-Hill.
- Womack, J. and D. Jones (2003). “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*”, Revised and Updated, Free Press.
- Womack, J. P. and D. T. Jones (1996). “*Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection.*” *Harvard Business Review* 74 (5).
- Womack, J. and D. Jones, Roos, D. (1990),” *The Machine that Changed the World*”, New York: Rawson Associates,

Anexo A- Símbolos da ferramenta do mapeamento do fluxo de valor



Anexo B - Valores de produção unidade fabril 3 – Conformação

Data	Qtd	Qb	Nº pessoas	horas	Qtd/pessoa/h	% defeitos
01/02/2017	6659	64	5,5	8	151,3409091	0,95
02/02/2017	2741	16	4,6	8	74,48369565	0,58
03/02/2017	4998	50	6	8	104,125	0,99
06/02/2017	5914	48	7	8	105,6071429	0,81
07/02/2017	3501	23	4,09	8	106,9987775	0,65
08/02/2017	4090	45	6	8	85,20833333	1,09
09/02/2017	3872	25	5,4	8	89,62962963	0,64
10/02/2017	5870	79	6,5	8	112,8846154	1,33
11/02/2017	858	11	2	5	85,8	1,27
13/02/2017	4751	59	6	8	98,97916667	1,23
14/02/2017	5817	79	7	8	103,875	1,34
15/02/2017	5795	115	7	8	103,4821429	1,95
16/02/2017	6270	83	7	8	111,9642857	1,31
17/02/2017	6045	124	8	8	94,453125	2,01
18/02/2017	2624	23	2,2	8	149,0909091	0,87
20/02/2017	6515	91	7	8	116,3392857	1,38
21/02/2017	7007	87	8	8	109,484375	1,23
22/02/2017	5451	78	8	8	85,171875	1,41
23/02/2017	6450	56	8	8	100,78125	0,86
24/02/2017	5363	50	7	8	95,76785714	0,92
27/02/2017	8628	176	7	8	154,0714286	2,00
28/02/2017	5660	113	7	8	101,0714286	1,96
Soma	2340,61					
média/h	111,46					
peças/dia/pessoa	891,66					

Anexo C - Valores de produção unidade fabril 3 – Acabamento

	Rebarbar					Esponjar					
Data	Qtd	Qb	Pessoas	Horas	Qtd/h	Qtd	Qb	Pessoas	Horas	Qtd/h	%Qb Acb
14/02/2017	6158	209	9	8	85,52778	5643	51	8,5	8	82,98529	2,203203
15/02/2017	6145	196	8	8	96,01563	6629	42	9,6	8	86,3151	1,86316
16/02/2017	8091	207	10	8	101,1375	6361	39	8	8	99,39063	1,702187
17/02/2017	6831	204	9	8	94,875	5846	48	8,7	8	83,99425	1,987852
18/02/2017	2536	88	3,8	8	83,42105	2929	22	4,5	8	81,36111	2,012809
20/02/2017	8085	210	8,6	8	117,5145	6757	25	9,7	8	87,07474	1,583345
21/02/2017	6823	150	8	8	106,6094	6954	36	6	8	144,875	1,350076
22/02/2017	5704	71	8,7	8	81,95402	6236	67	10,7	8	72,85047	1,155779
23/02/2017	5914	118	9	8	82,13889	6183	68	9,6	8	80,50781	1,537571
24/02/2017	4646	113	7,9	8	73,51266	5198	67	9,4	8	69,12234	1,828525
27/02/2017	6484	113	9	8	90,05556	6277	67	9,5	8	82,59211	1,410548
28/02/2017	6479	113	7,75	8	104,5	6294	67	9,1	8	86,45604	1,409223

Anexo D - Valores de produção unidade fabril 3 – Vidragem

MC301				MC302				MC303			
Manha	QB.	Tarde	QB.	Manha	QB.	Tarde	QB.	Manha	QB.	Tarde	QB.
783	21	1112	26	2319	31	1605	23	2704	45	3707	39
1197	55	3691	65	2311	69	1187	47	4764	39	3455	38
6026	61	4638	46	1654	52	3299	50	1561	10	1848	18
3292	67	0	0	0	0	0	0	3030	58	0	0
2686	86	700	17	1788	24	2579	54	1062	4	2288	32
2522	53	1496	71	3191	44	2023	22	51	11	784	110
1473	22	1796	39	3213	65	1364	28	3278	39	2690	33
1544	21	1092	8	3232	44	2855	24	3702	40	1827	37
2675	43	2777	24	1896	39	4012	40	1051	21	1910	55
826	12	1378	20	1831	40	2774	59	3234	32	1524	17
644	23	3925	43	4853	39	582	7	3829	248	3441	49
1071	61	1128	25	2797	85	4350	35	5047	57	3673	54
1025	51	2339	54	4853	89	2899	51	4422	51	2374	32
3653	48	3761	36	2291	67	1840	20	1102	13	2998	0
1215	15	1547	45	2935	94	1899	21	3678	61	2717	71
2042	16	2976	26	3617	71	3275	64	1957	12	2226	30
744	8	2577	48	4202	68	3145	67	4942	56	2339	41
2643	30	676	6	2892	65	990	24	3974	163	2381	61
2045	63	2928	54	3109	63	2665	56	1746	13	2437	35
2110	120	1542	12	3287	76	2432	41	1976	24	3792	34
2916	83	1920	41	3232	122	3188	55	1751	47	3916	45
43132	959	43999	706	59503	1247	48963	788	58861	1044	52327	831

Quebras		
% Qb 1	% Qb 2	% QB 3
2,42	1,36	1,29
2,40	3,21	0,93
0,99	2,02	0,81
1,99	0,00	1,88
2,95	1,75	1,06
2,99	1,25	12,66
1,83	1,99	1,19
1,09	1,10	1,37
1,21	1,32	2,50
1,43	2,10	1,02
1,42	0,84	3,92
3,76	1,65	1,26
3,03	1,77	1,21
1,12	2,06	0,32
2,13	2,32	2,02
0,83	1,92	0,99
1,66	1,80	1,31
1,07	2,24	3,40
2,30	2,02	1,13
3,49	2,00	1,00
2,50	2,68	1,60
1,88	1,84	1,66

Anexo E - Valores de produção unidade fabril 3 – Escolha

Data	1ª Qtd	2ª Qtd	Retoque	Caco	Total	1ª Qtd	2ª Qtd	Retoque	Caco	Total
01/02/2017	7412	987	2108	2066	12573	58,95	7,85	16,77	16,43	100
02/02/2017	10399	1061	1711	832	14003	74,26	7,58	12,22	5,94	100
03/02/2017	4838	1185	1516	1463	9002	53,74	13,16	16,84	16,25	100
06/02/2017	8055	1336	951	722	11064	72,80	12,08	8,60	6,53	100
07/02/2017	13621	1123	1565	993	17302	78,73	6,49	9,05	5,74	100
08/02/2017	10444	709	1015	510	12678	82,38	5,59	8,01	4,02	100
09/02/2017	10405	1295	1960	1186	14846	70,09	8,72	13,20	7,99	100
10/02/2017	15926	1504	2826	533	20789	76,61	7,23	13,59	2,56	100
11/02/2017	7194	527	1094	315	9130	78,80	5,77	11,98	3,45	100
13/02/2017	17434	1363	4123	969	23889	72,98	5,71	17,26	4,06	100
14/02/2017	14711	1949	2754	765	20179	72,90	9,66	13,65	3,79	100
15/02/2017	11408	1271	1994	935	15608	73,09	8,14	12,78	5,99	100
16/02/2017	120234	942	2291	836	124303	96,73	0,76	1,84	0,67	100
17/02/2017	11934	1792	2672	1251	17649	67,62	10,15	15,14	7,09	100
20/02/2017	11482	1091	2853	542	15968	71,91	6,83	17,87	3,39	100
21/02/2017	12180	1247	1697	437	15561	78,27	8,01	10,91	2,81	100
22/02/2017	13928	2811	3167	1161	21067	66,11	13,34	15,03	5,51	100
23/02/2017	12128	1888	3112	516	17644	68,74	10,70	17,64	2,92	100
24/02/2017	13191	2626	5844	582	22243	59,30	11,81	26,27	2,62	100
27/02/2017	14767	1912	3576	764	21019	70,26	9,10	17,01	3,63	100
28/02/2017	10222	1139	3126	418	14905	68,58	7,64	20,97	2,80	100

Anexo F - Valores de produção unidade fabril 2 – Conformação

Data	Qtd	Qb	Nº pessoas	horas	Qtd/pessoa/h	% defeitos
1/fev	7155	75	11	8	82,16	1,04
2/fev	8959	39	11	8	102,25	0,43
3/fev	9971	64	10	8	125,44	0,64
4/fev	5848	36	4	8	183,88	0,61
6/fev	11495	64	11	8	131,35	0,55
7/fev	10926	100	11	8	125,30	0,91
8/fev	10403	87	10,5	8	124,88	0,83
9/fev	8740	125	10,5	8	105,54	1,41
10/fev	7513	77	10	8	94,88	1,01
11/fev	3521	47	4	8	111,50	1,32
13/fev	8514	106	11	8	97,95	1,23
14/fev	7015	110	10	8	89,06	1,54
15/fev	6371	70	10	8	80,51	1,09
16/fev	8131	97	10	8	102,85	1,18
17/fev	8242	83	10	8	104,06	1,00
18/fev	3539	23	4,3	8	103,55	0,65
20/fev	6249	82	9	8	87,93	1,30
21/fev	6230	90	10	8	79,00	1,42
22/fev	6391	87	10	8	80,98	1,34
23/fev	5970	58	10	8	75,35	0,96
24/fev	5273	80	9,5	8	70,43	1,49
25/fev	4195	41	6	8	88,25	0,97
27/fev	8192	47	10	8	102,99	0,57
08/fev	7499	64	10	8	94,54	0,85
Média/dia	7347,58	73,00	9,28		101,86	1,01

Anexo G - Valores de produção unidade fabril 2 – Acabamento

	Rebarbar					Esponjar				
	Qtd	Qb	Pessoas	Horas	Qtd/h	Qtd	Qb	Pessoas	Horas	Qtd/h
1/fev	7663	188	14,1	8	69,60106	10156	123	15,25	8	84,2541
2/fev	6342	114	12	8	67,25	8079	133	9,2	8	111,5761
3/fev	11591	201	15	8	98,26667	7160	145	13,6	8	67,14154
4/fev	2366	45	3	8	100,4583	2340	36	4	8	74,25
6/fev	8931	161	12	8	94,70833	7944	111	12,4	8	81,1996
7/fev	14235	243	16,3	8	111,0276	11705	161	17,8	8	83,32865
8/fev	9766	130	11	8	112,4545	13404	202	21	8	80,9881
9/fev	12164	212	13,7	8	112,9197	7397	77	10,8	8	86,50463
10/fev	9280	149	10,8	8	109,1319	10163	145	12,4	8	103,9113
11/fev	3322	44	4,35	8	96,72414	4582	46	6,18	8	93,60841
13/fev	11493	236	13,57	8	108,0416	11596	193	18,6	8	79,22715
14/fev	11063	242	13,5	8	104,6759	9432	203	13,6	8	88,55699
15/fev	8924	153	11,8	8	96,15466	6536	115	8,9	8	93,41292
16/fev	9067	129	13,2	8	87,08333	8645	159	12,2	8	90,20492
17/fev	8293	114	10,6	8	99,13915	8031	141	10,8	8	94,58333
18/fev	1558	13	1,8	8	109,0972	444	7	2,5	8	22,55
20/fev	9825	163	11	8	113,5	8439	95	10,1	8	105,6188
21/fev	5876	97	7,3	8	102,2774	6905	120	10,2	8	86,09069
22/fev	5870	208	8,8	8	86,33523	8190	112	11,3	8	91,83628
23/fev	6783	138	10,1	8	85,65594	6249	120	12,4	8	64,20363
24/fev	4792	87	10,1	8	60,38366	5045	70	9,8	8	65,24235
27/fev	5911	142	9,25	8	81,7973	6548	120	12	8	69,45833
28/fev	7535	128	11,1	8	86,29505	5012	60	7,1	8	89,29577
Soma	182650			3337		174002			2694	
Média	7941,30	145,10	10,62	8	95,35	7565,30	117,10	11,39	8	82,91

Anexo H - Valores de produção unidade fabril 2 –Vidragem

Turno	MC201				MC202				MC203				MC204			
	Manha		Tarde		Manha		Tarde		Manha		Tarde		Manha		Tarde	
	Qtde	QB.	Tarde	QB.	Manha	QB.	Tarde	QB.	Manha	QB.	Tarde	QB.	Manha	QB.	Tarde	QB.
01/02/2017	672	8	603	47	1943	19	927	27	2438	54	443	27	1134	22	1153	20
02/02/2017	1744	29	572	21	2242	33	1891	66	1474	10	2192	63	922	15	637	14
03/02/2017	2366	23	2430	32	3767	25	1365	29	1513	38	1417	48	786	23	0	0
04/02/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2226	35	0	0
06/02/2017	2484	35	2079	57	0	0	1717	58	1658	19	2774	54	2787	50	0	0
07/02/2017	1656	23	1070	65	1910	41	1903	18	1508	40	2162	40	345	9	187	6
08/02/2017	2311	57	1542	23	638	22	1778	23	3733	53	2013	37	3396	24	3656	15
09/02/2017	3141	46	1565	31	763	28	770	12	2570	66	2565	58	2934	22	3087	57
10/02/2017	1380	20	297	23	1785	27	2035	42	3756	48	4529	47	2654	90	970	13
13/02/2017	2298	46	1194	43	2320	47	791	12	2394	58	765	29	2304	0	2212	60
14/02/2017	1232	8	1776	47	1865	58	2351	84	604	13	764	29	1450	23	316	15
15/02/2017	742	15	2037	85	2450	69	1213	8	1958	64	2279	41	2613	55	892	60
16/02/2017	895	50	414	8	497	23	1487	44	1754	34	1112	50	743	14	90	4
17/02/2017	3802	92	2937	88	1176	9	1706	24	1498	34	375	15	231	5	426	51
20/02/2017	1710	36	2925	43	3325	27	3598	53	492	25	1041	19	864	0	239	0
21/02/2017	2095	35	1021	32	3729	55	1277	55	2966	38	2551	45	2234	34	3148	57
22/02/2017	842	19	1055	39	2171	56	2350	50	3955	55	1251	11	2542	41	2230	14
23/02/2017	1181	55	826	34	3298	59	1614	69	0	0	2120	46	3081	37	864	33
24/02/2017	252	9	0	0	632	45	276	45	1618	48	1834	20	1655	39	598	17
25/02/2017	1484	27	0	0	0	0	0	0	1937	46	0	0	0	0	0	0
26/02/2017	1447	20	1533	18	0	0	3238	57	3213	69	1304	51	1767	43	22	11
27/02/2017	2673	55	769	49	3713	40	2340	80	2575	31	1144	26	123	10	2228	43
Soma	36407	708	26645	785	38224	683	34627	856	43614	843	34635	756	36791	591	22955	490

Anexo I - Valores de produção unidade fabril 2 –Escolha

Data	1ª Qtd	2ª Qtd	Retoque	Caco	Total	1ª Qtd	2ª Qtd	Retoque	Caco	Total
1/fev	11647	2103	1790	509	16049	72,5715	13,10362	11,153343	3,1715372	100
2/fev	13684	1834	2215	508	18241	75,01782	10,05427	12,142975	2,784935	100
3/fev	10438	447	1760	366	13011	80,22443	3,435555	13,527016	2,8130044	100
6/fev	11561	2207	2393	640	16801	68,81138	13,13612	14,2432	3,8092971	100
7/fev	115661	1950	2393	640	120644	95,86967	1,616326	1,9835218	0,5304864	100
8/fev	13286	1492	2522	570	17870	74,34807	8,349189	14,113039	3,1897034	100
9/fev	9039	2249	2218	679	14185	63,72224	15,85478	15,636235	4,7867466	100
10/fev	10597	1621	1731	379	14328	73,96008	11,31351	12,08124	2,6451703	100
13/fev	18683	1752	2429	452	23316	80,12952	7,514153	10,417739	1,9385829	100
14/fev	13116	2427	2590	602	18735	70,00801	12,95436	13,824393	3,2132373	100
15/fev	15567	2697	2390	508	21162	73,5611	12,74454	11,293829	2,4005293	100
16/fev	16011	2760	2034	1235	22040	72,64519	12,52269	9,2286751	5,6034483	100
17/fev	15001	2655	2592	621	20869	71,88174	12,72222	12,420336	2,9757056	100
20/fev	13195	2152	3263	484	19094	69,10548	11,27056	17,089138	2,5348277	100
21/fev	8400	5140	3071	731	17342	48,43732	29,63903	17,708453	4,2152001	100
22/fev	8822	2707	735	531	12795	68,94881	21,1567	5,7444314	4,1500586	100
23/fev	8836	2820	1791	974	14421	61,27176	19,55482	12,419388	6,7540392	100
24/fev	13667	1910	8356	793	24726	55,2738	7,724662	33,794386	3,2071504	100
27/fev	7009	3143	5536	431	16119	43,48285	19,49873	34,344562	2,6738631	100
28/fev	12477	4546	5077	543	22643	55,10312	20,07684	22,421941	2,3980921	100

Anexo J – Tempos de Setup

Ordem	Tarefa	Setup	ós-Setu	t1"	t2"	t3"	t4"	t5"	t6"	t7"	t8"	t9"	t10"	Media
0	Espera			0	120,98	67,89	56,9	30,98	0	62,92	78,97	132,2	99,2	63,448
1	Procurar porta-paletes	X		32,1	49,89	45,19	39,56	34,9	63,02	31,37	48,5	39,89	51	43,539
2	Tirar caixa de pasta	X		17,12	10,23	20,4	16,72	15,98	17,5	18,2	17,78	18,5	19,4	17,18
3	Levar a caixa de pasta para a feira	X		96,96	0	0	88,3	123,8	100,34	87,62	189,3	93,45	79,4	85,917
4	Trocar/abastecer pasta	X		196,9	194,34	0	168,56	204,4	0	123,87	0	128,7	156	117,31
5	Tirar ar comprimido	X		10,29	15,3	9,78	11,2	8,98	10,85	12,02	11,23	13,67	10,8	11,41
5	Procura ferramentas	X		35,21	189,92	0	14,34	0	25,72	129,82	13,89	10,89	17,9	43,768
6	"Desapertar" parafusos	X		20,23	25,89	24,45	26,41	22,39	20,74	21,93	22	20,52	21,1	22,57
7	Baixar prensa	X		32,45	33,76	31,89	32,78	33,71	34,18	32,87	37,3	32,3	34,2	33,544
8	Desapertar parafusos	X		50,9	50,67	51,82	52,45	50,95	53,21	151,32	53,34	52	50,8	61,742
8	Colocar molde no porta-paletes	X		43,9	78,9	89,3	57,92	71,8	39,32	42,78	38,4	36,21	44,9	54,338
9	Levar molde para estante	X		30	34,98	29,78	32,9	31,87	34,7	105,81	30,96	39	34,9	40,487
10	Colocar oleo na prensa	X		40,89	30,21	34,98	50,8	48,56	42,34	40,23	41,23	44,59	47,7	42,15
11	Arrumar molde	X		67,81	69,45	70,12	74,89	78,34	75,32	89,6	75,29	69,73	80,5	75,102
12	Procurar molde	X		110,91	65,84	53,85	59,3	67,5	70,83	107,89	75,65	80,01	74,9	76,664
13	Colocar molde no porta-paletes	X		120,78	79,45	139,8	143,5	86,9	110,78	76,49	112,38	130,2	123	112,35
14	Colocar molde na prensa	X		45,87	47,61	47,98	49,76	49,15	50,35	46,78	51,23	46,23	50,7	48,567
15	Apertar parafuso	X		23,4	22,87	24,86	22,98	20,21	27,8	25,51	26,92	21,82	25,1	24,149
16	Baixar prensa	X		56,82	56,14	59,82	60,98	67,37	67,93	65,73	68,89	68,91	57,8	63,042
17	Acertar molde	X		23,09	45,97	159,9	133,57	25,7	37,89	167,9	189,29	45,82	114	94,297
	Colocar ar comprimido	x		12,34	10,98	11,25	12,37	13,83	14,58	10,82	10,73	11,38	10,4	11,863
18	Apertar parafuso	X		59,2	62,23	55,9	67,91	58,23	57,21	67,21	59,76	60,83	64,5	61,301
19	Molhar molde	X		120,37	123,9	118,3	110,23	109,8	122,85	117,86	121,29	124,2	121	119,01
20	Verificar programação prensa	X		30,12	20,78	24,98	50,98	109	29,09	134,29	29,89	23,83	21,9	49,981
21	Prensar a primeira peça	X		78,96	86,31	119,9	72,91	82,19	67,92	102,89	107,61	73,69	76,9	86,929
22	Fazer controle	X		108,29	102,82	98,71	112,8	120,2	107,29	102,13	94,87	97,39	92,8	103,73
23	Começa a produção	X		0	0	189,2	0	0	123,48	0	139,9	140,1	0	59,269
24	Arrumar ferramentas		X											
25	Arrumar porta-paletes		X											
				1464,91	1629,42	1555	1621,02	1567	1405,2	1975,9	1667,6	1656	1581	1623,7
				24,4152	27,157	25,92	27,017	26,11	23,421	32,931	27,794	27,6	26,4	26,872

Moldes GIII	Tempo teórico	Moldes GII	Tempo teórico
5	75	7	105
3	45	7	105
5	75	8	120
5	75	4	60
1	15	3	45
5	75	9	135
3	45	5	75
4	60	9	135
2	30	5	75
2	30	4	60
0	0	10	150
6	90	5	75
4	60	9	135
8	120	7	105
1	15	8	120
7	105	5	75
9	135	5	75
10	150	10	150
10	150	13	195
5	75	10	150
4	60	9	135
2	30	6	90
4,59		7,18	